

ESCUELA DE BÚSQUEDA, RESCATE Y BUCEO



MANUAL DE EXPLOSIVOS Y DEMOLICIÓN SUBMARINA

ABRIL 2008



INDICE

	PAG.
INTRODUCCION.....	1-3
OBJETIVO GENERAL.....	1-4
CAPÍTULO I.....	1-5
1.1. HISTORIA DE LOS EXPLOSIVOS.....	1-5
1.2. Medidas de Seguridad para el Manejo de Explosivos.....	1-5
1.2.1. Precauciones en el Empleo de los Explosivos.....	1-5
1.2.2. Precauciones en el Transporte de los Explosivos.....	1-6
1.2.3. Transporte de Explosivos en la Mar.....	1-7
1.2.4. Consideraciones Generales.....	1-7
1.3. Generalidades y Definición sobre Explosivos Convencionales.....	1-8
1.3.1. Tipos de Reacción Explosiva.....	1-8
1.3.2. Clasificación de los Explosivos.....	1-8
1.3.3. Propiedades de los Explosivos.....	1-8
1.3.4. Clasificación de las Cargas.....	1-9
1.3.5. Efectos Mecánicos de la Detonación de un Explosivo.....	1-9
1.3.6. Características de los Explosivos Militares.....	1-11
1.4. Características de los Diferentes Tipos de Pólvora y su Incineración.....	1-11
1.4.1. Propiedades.....	1-12
1.4.2. Clases de Pólvora Negra para Voladura.....	1-12
1.5. Método de Neutralización y Destrucción de Sustancias Explosivas.....	1-13
1.5.1. Recomendaciones para la Destrucción por Incineración.....	1-13
CAPITULO II.....	2-15
2.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN OPERACIONES DE DEMOLICIÓN.....	2-15
2.2. Explosores.....	2-15
2.2.1. Explosor de Mano.....	2-37
2.2.2. Explosor de Campo.....	2-39
2.3. Tipos de Galvanómetros.....	2-16
2.3.1. Óhmetro.....	2-16
2.3.2. Multímetro.....	2-17
2.3.3. Reóstato.....	2-17
2.4. Mecha Lenta y Cordón Detonante.....	2-19
2.4.1. Manejo de la Mecha Lenta.....	2-20
2.5. Tirafrictor, Cápsula Fulminante y Estopín Eléctrico.....	2-21
2.5.1. Clasificación de los Detonadores.....	2-21
2.5.2. Fulminantes.....	2-21
2.5.3. Estopines Eléctricos Instantáneos.....	2-22
2.5.4. Estopines Eléctricos de Retardo.....	2-22
2.6. Cables Conductores y Carretes.....	2-24
2.7. Empalme de Conductores.....	2-24
CAPÍTULO III.....	3-25
3.1. PROCEDIMIENTO PARA DAR FUEGO A LAS CARGAS.....	3-25
3.2. Tendidos Eléctrico.....	3-28
3.3. Circuito en Serie.....	3-28
3.4. Circuito en Paralelo.....	3-29
3.5. Circuito Mixto.....	3-29



	PAG.
3.6. Colocación y Detonación.....	3-29
3.7. Cálculo de Cargas.....	3-30
3.8. Cargas de Corte para Árboles.....	3-31
3.9. Cargas Externas sin Atraque.....	3-32
3.10. Cargas de Anillo.....	3-32
3.11. Cargas bajo el Agua.....	3-32
3.12. Cargas para Obstáculos.....	3-33
3.13. Cargas de Corte para Acero.....	3-33
3.14. Cargas Especiales de Corte.....	3-35
CAPÍTULO IV.	4-39
4.1. TENDIDOS DE DEMOLICIÓN SUBMARINA.....	4-39
4.2. Operaciones de Demolición en Playa.....	4-43
4.3. Apertura de Canales.....	4-45
4.4. Obstáculos Naturales.....	4-46
4.5. Trampas Explosivas.....	4-47
4.6. Explosivos Improvisados.....	4-48
CAPÍTULO V.....	5-51
5.1. CARACTERÍSTICAS DEL EXPLOSIVO TNT Y PREPARACIÓN DE CARGAS...	5-51
5.2. Características de los Explosivos C-3, C-4 y preparación de Cargas.....	5-51
5.3. Características del Explosivo Lineal y su Aplicación.....	5-51
5.4. Características del Explosivo Anfo y su Aplicación.....	5-52
5.5. Características del Explosivo Godyne y su Aplicación.....	5-52
CONCLUSION.....	65
BIBLOGRAFIA.....	66



INTRODUCCION.

Este manual es una guía en el uso de explosivos para la creación y demolición de obstáculos militares y en ciertos proyectos de construcción.

El contenido de este manual se puede aplicar tanto en la guerra como en tiempos de paz, en los momentos de prestar ayuda a la población en casos de desastres naturales.



OBJETIVO GENERAL.

El alumno utilizará los diferentes explosivos en superficie y bajo el agua, para efectuar trabajos de demolición.



CAPÍTULO I.

1. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y GENERALIDADES SOBRE LOS EXPLOSIVOS CONVENCIONALES.

1.1. HISTORIA DE LOS EXPLOSIVOS

ROGER BACON en Inglaterra en el siglo XIII, según sus escritos contienen instrucciones para la preparación de la pólvora negra. Durante 3 siglos después de Bacon, se dejó sin explorar la capacidad de la pólvora para efectuar trabajo útil. Se utilizó en armas de fuego, pero fue hasta el siglo XVII que fue utilizada en la minería.

Durante los días de la colonia los americanos dependían mucho de la fauna silvestre para su alimentación y la manufactura de la pólvora negra en el nuevo mundo se emprendió rápidamente. Se construyó un molino para pólvora en MILTON, MASSACHUSETTS en 1675, tan buena y tan potente como la mejor pólvora inglesa en Dorchester.

Inglaterra considero que las colonias americanas deberían limitarse a proveer materia prima a las fábricas inglesas y comprar artículos terminados en esa misma fábrica.

Tiempo después a partir de 1705 se realizaron trabajos diferentes de voladuras, en minas.

En el siglo XVIII y la primera mitad del siglo XIX, se vio el descubrimiento de varios explosivos pero la pólvora negra fue la única que subsistió en usos generales.

En 1802 ELEUTHERE IRENEE DUPONT DE NEMOURS, comenzó la fabricación comercial de pólvora negra, con la misma fórmula de 120 años atrás, teniendo una gran reputación hasta 1921. En 1857 LAMMOT DUPONT mejoró la técnica haciéndola más económica.

En 1831 en Inglaterra WILLIAN BICKFORT invento la mecha lenta. En 1846 SOBERO fue el inventor de la nitroglicerina. Aproximadamente en 1857 ALFRED NOBEL diseño el primer fulminante lleno con fulminato de mercurio, primero una cápsula de estaño posteriormente de cobre.

En 1866 Pennsylvania, USA GEORGE MOWBRAY, es considerado como el primer fabricante de la nitroglicerina.

En 1866 ALFRED NOBEL mezclo nitroglicerina con un absorbente (que es tierra porosa llamada (kieselguhr) dando como resultado la DINAMITA.

En 1875 ALFRED NOBEL descubrió la DINAMITA GELATINA, disolviendo algodón colodión en la nitroglicerina.

En 1876 H. JULIUS SMITH, inventor que mejoro el estopin eléctrico y maquinas explosoras, posteriormente en 1895 inventó el estopin de retardo.

1.2. Medidas de Seguridad para el Manejo de los Explosivos

1.2.1. Precauciones en el Empleo de los Explosivos

- No dividir nunca la responsabilidad en cualquier fase de un trabajo de demolición. Una sola persona ha de ser la responsable en todo momento.
- No almacenar, ni dejar explosivos, dentro o cerca de edificios ocupados.
- No dejar explosivos abandonados o sin vigilancia en algún momento.
- No disparar armas de fuego dentro del almacén o cerca de donde haya explosivos.
- No golpee, deje caer o arrastre paquetes de explosivos, ni los maneje de forma descuidada.
- No abra envases o cajas de explosivos con palancas o herramientas metálicas.
- No emplee cajas vacías de explosivos para encender fuegos.
- No permita que papeles que hayan contenido explosivos se les de otro empleo.
- No emplee explosivos que estén claramente deteriorados.
- No prepare cargas iniciadoras, ni detonadores, espoletas, etc., cerca de explosivos.
- No permita la proximidad de personal que sea ajeno a una operación con explosivos.



- No guarde detonadores, cebos o cápsulas en la misma caja, o recipiente que contenga otros explosivos.
- No dé fuego a una carga hasta que todos los explosivos sobrantes hayan sido colocados en un lugar seguro, todos los vehículos y personal estén a una distancia conveniente y se haya avisado de que se va a dar fuego.
- No deje cápsulas o cebos detonadores expuestos al sol directo o sobre rocas calentadas por el sol, o a cualquier otra fuente de calor.
- No transporte cebos o capsulas en los bolsillos del uniforme.
- No trate de sacar cápsulas de la caja insertando alambres, púas, pinchos o instrumentos similares por sus extremos abiertos.
- No golpee ni manipule sin extremo cuidado ni intente investigar el contenido de las cápsulas y los cebos.
- No tire de los cables de un cebo eléctrico, ni lo someta a tracción alguna.
- No conecte cargas para darles fuego eléctricamente, durante una tormenta o aproximación de esta.
- No maneje explosivos cualquiera que sea su alcance, durante la aproximación o desarrollo de una tormenta.
- No emplee otros medios que el galvanómetro alimentado por una pila, o una célula de cloridio de plata, para comprobar los cebos eléctricos, unitariamente o en circuito.
- No conecte los cables conductores al explosor hasta que todo esté listo para dar fuego a la carga.
- No deje conectado los cables conductores al explosor después de haber dado fuego a la carga.
- No apriete el detonador o cápsula a la mecha con un cuchillo, los dientes, etc., utilice siempre una tenacilla de minador.
- Nunca investigue un fallo de un fuego pirotécnico, sin dejar pasar 30 minutos al menos, a partir de cuándo la carga debió explosionar.
- No abandone explosivos. Limpiar bien la zona donde han sido empleados al terminar el ejercicio u operación.
- No dar fuego a una carga mientras alguien se encuentre en el agua, dentro de un radio mínimo de 650 metros.
- No fumar, o tener cerillos, lumbres o llama u otra clase de fuego, dentro o cerca de un polvorin, ni cuando se almacene o maneje explosivos.
- No fuerce ningún petardo de cualquier clase de explosivo, dentro de un agujero.
- No perforo barrenos que estén próximos a otro cargado.
- No cargue un agujero hecho por una explosión, antes de que se haya enfriado lo suficiente.
- No retacar con la cucharilla, pértiga o herramienta metálica, emplee madera solamente.
- No emplee materiales combustibles para hacer el atraque.
- No volver al sitio de la explosión hasta que el humo y polvo producido por la misma se haya disipado.
- No intente extraer, pinchar o taladrar una carga de explosivos que haya fallada. Los fallos deben ser investigados solo por personal especializados.
- No emplee en el mismo circuito cebos de diferentes clases.
- No haga conexiones eléctricas sin que los empalmes estén limpios.
- No permita que las conexiones eléctricas entren en contacto con: alambres desnudos, railes, tuberías u otra posible fuente de corriente.
- No economice fuerza o energía al dar fuego con el explosor.
- No maneje mecha lenta bruscamente en tiempo frio. Si se puede debe calentarse antes de usarlas.



- No encienda menos de .5 metros de mecha lenta para dar fuego una carga.
- No corte las mechas hasta el momento de insertarlas en el detonador o capsulas. Desperdiciar 3 o 4 centímetros del principio, con el fin de asegurarse que no tenga humedad.
- No corte la mecha a bisel para insertarla en una capsula.
- No retuerza la mecha al insertarla en la capsula.
- No encienda mecha en las proximidades de detonadores o cargas si no son, precisamente, los que están preparados para darles fuego.
- No fuerce nunca la entrada del cebo o capsula dentro de su alojamiento en un petardo. Emplee el escariador de la tenacilla de la pinza de minador.
- No emplear nuevamente algún explosivo que se haya mojado mucho.
- No almacene cajas de dinamita de forma que los cartuchos descansen sobre sus extremos.
- No conecte capsulas a la mecha, excepto por los métodos normales.
- No trate de encender las mechas con un papel encendido, cerillo, otro material inflamable similar o con antorchas improvisadas.
- No llevar calzado con clavos o chapas metálicas cuando se entre en un polvorín.
- Un vehículo no debe llenar su tanque de combustible, mientras vaya cargado de explosivo, excepto en una emergencia, y entonces, a motor parado, cortado el encendido y el cable de tierra conectado desde el tanque al aparato suministrador. Además, el conductor debe estar preparado con un extinguidor de fuego.
- No debe llevarse en la misma carga ningún otro material y sobre todo peligroso: herramientas metálicas, aceite, armas de fuego, baterías eléctricas, sustancias inflamables, ácidos o compuestos corrosivos u oxidantes.
- La puerta trasera debe estar cerrada y bien trincada.
- No descargue ni amontone explosivos cerca de la salida del tubo de escape.
- La caja del vehículo debe ser de madera bien ajustada, o de otro material que no pueda producir chispas.
- De no ser cubierta la caja, sus 4 costados deben ser lo suficiente altos para que no puedan deslizarse y caer los explosivos.
- El vehículo debe llevar la bandera roja.
- El vehículo debe llevar un mínimo de 2 extinguidores.
- No fumar en el vehículo cuando se transporte explosivos.
- Limitarse al personal estrictamente necesario.
- Si hay que transportar los cebos o capsulas en la misma carga, hacer que estos vayan en la cabina lo más separado de los explosivos.
- Los embalajes con explosivos, se colocaran paralelamente a los ejes del vehículo.
- Se aprovechara un máximo de 2/3 de la carga que admite el vehículo.
- En un transporte a distancias considerables, se vigilara la carga, a intervalos prudenciales.
- En el transporte de cebos en vehículos, asegure una puesta a tierra eficaz.
- Se cumplirá todo lo señalado a este fin con el código de circulación.

1.2.1 Precauciones en el Transporte de Explosivos

- Los explosivos no se deben cargar o descargar, en más de un vehículo al mismo tiempo.
- Excepto en casos de emergencia, los explosivos no se deben transportar más de que desde la salida a la puesta del sol.
- Los vehículos cargados de explosivos, nunca se deber dejar sin vigilancia.
- Los explosivos no deben cargarse o descargarse del vehículo, mientras este tenga el motor en marcha.



1.2.3. Transporte de Explosivos en la Mar

- a. Siempre que a una "unidad de demolición submarina", se le ordene embarcar o desembarcar su dotación de explosivos en un buque, el comandante de la unidad previo acuerdo con el del buque, designara un oficial o sargento más antiguo, de la unidad, que deberá estar presente durante la operación. Este asesorara e informara de todo lo concerniente al material que transporta con el fin de que se puedan cumplir todas las precauciones de seguridad aplicables al caso y además:
 1. Leerá al personal que ha de efectuar la operación, antes de realizarse, todas las medidas de seguridad que deberán observar.
 2. Si el buque está fondeado tendrá preparado varias boyas con el fin de abalizar cualquier explosivo que pudiera caer al agua.
 3. Ordenara la recuperación del explosivo perdido, por personal de buceadores.
 4. Rendirá un completo informe a su comandante de unidad de la exacta colocación de las cargas y artificios, ordenada por el buque.
- b. Cuando se trasladan explosivos desde un buque a una embarcación pequeña, normalmente las de empleo en operaciones de demolición submarina, tendrá demás en cuenta que:
 1. No se debe intentar el trasbordo si el tiempo reinante ocasiona un movimiento vertical en la embarcación pequeña superior a 60 centímetros.
 2. En condiciones de urgencia, con mal tiempo, debe el personal de la unidad de demolición submarina, encargarse de afianzar con un cabo de seguridad toda caja o paquete de explosivo que se arrie o ize.
 3. En el embarque de explosivos para una operación, habrá un oficial responsable de la exacta carga a emplear, así como de su estiba en la lancha o bote de goma, de acuerdo con las órdenes fijadas.

1.2.4. Consideraciones Generales

No intente conducir una misión de demolición si usted está inseguro de los procedimientos de demolición.

Evite que personal sin experiencia manipule explosivos.

Evite dividir responsabilidades para operaciones de demolición.

Use el mínimo de personal necesario para llevar a cabo una misión de demolición.

Tómese su tiempo cuando trabaje con explosivos haga todas sus acciones de forma planeada.

Siempre coloque guardias para prevenir el acceso dentro del radio de peligro.

Siempre mantenga el control del explosor o fuente de poder.

Use el mínimo de explosivo necesario para cumplir con una misión de demolición mientras se mantiene suficiente explosivo en reserva para manejar posibles fallos de tiro.

Mantenga una contabilidad precisa de todos los explosivos y accesorios. Siempre almacene las cápsulas iniciadoras separadas y a una distancia segura de los demás explosivos.

Asegúrese que todo el personal y material este completo antes de detonar una carga.

Asegúrese de advertir antes de iniciar las demoliciones, dando la voz de "fuego en el hoyo" tres veces.

Asigne un elemento de seguridad competente para cada misión de demolición.

Evite usar explosivos deteriorados o dañados.

No desmantele o altere ningún material explosivo.

Evite mezclar explosivos reales e inertes.

Use sistemas de iniciación dobles para cada carga, no importando si el cebado de las mismas es simple o doble.



1.3. Generalidades y Definición sobre Explosivos Convencionales

Explosivo, recibe este nombre la sustancia que, bajo una influencia térmica o mecánica, son susceptibles de producir una gran cantidad de gases a elevada temperatura, cuya fuerza expansiva puede ser utilizada para realizar un trabajo destructor o propulsor. En otras palabras: Un explosivo es un material que puede hacer explosión liberando grandes cantidades de energía bajo la forma de gases, calor, presión o radiación. Para la preparación se utilizan sustancias especiales que se mezclan.

1.3.1. Reacción Explosiva

Se denomina así al proceso de descomposición del explosivo. Sus formas son:

- Deflagración.- Combustión (reacción gradual a presión constante y sin elevación notable de temperatura) que se propaga con velocidad inferior a la del sonido (300 m/s) y ejerce una acción expansiva que permite el aumento progresivo de la presión y el consiguiente empleo de la energía desarrollada, como fuerza propulsora.
- Detonación.- Combustión extremadamente rápida, con la velocidad de propagación de la onda explosiva muy superior a la del sonido, que puede alcanzar hasta 8000 m/s.

1.3.2. Clasificación de Explosivos

Se dividen básicamente en explosivos de alto orden (p. ej. TNT) y explosivos de bajo orden (p. ej. pólvora).

Los explosivos de alto orden son los que detonan, tienen una velocidad de combustión elevada, de varios Km. /s, alcanzando velocidades de detonación y por eso son aptos para la demolición. También se les llama pólvoras vivas, explosivos violentos, y detonadores.

Los explosivos de bajo orden, los que deflagran, queman a una velocidad de varios cientos de metros por segundo, llegando incluso a velocidades de un par de Km. /s, lo que se llama deflagración (los explosivos de bajo orden no detonan). Son utilizados para la propulsión y para los fuegos artificiales.

Explosivos de alto orden

Trinitrotolueno o TNT
RDX o Ciclonita (trinitrofenilmetilnitramina)
PENT o Tetranitrato de pentaeritrita
Nitrato de amonio
ANFO
Amonal
C-4

Explosivos de bajo orden

Pólvora negra
Nitrocelulosa

1.3.3. Propiedades de los Explosivos

Fuerza. -La fuerza suele considerarse como la capacidad de trabajo útil de un explosivo. También suele llamarse potencia y se originó de los primeros métodos para clasificar los grados de las dinamitas.

Densidad (Peso volumétrico).-Este dato nos sirve, al diseñar un barreno, para estar seguro que el espacio destinado a los explosivos es suficiente para alojar los kilogramos calculados. Se mide en gr. Xcm³, Kg. XLts. ó Kg. Xm³.

Velocidad de detonación.-Es la velocidad expresada en metros por segundo, con la cual la onda de detonación recorre una columna de explosivo. La velocidad puede ser afectada por el tipo de producto, su diámetro, el confinamiento, la temperatura y el cebado.

Las velocidades de detonación de los explosivos comerciales fluctúan desde cerca de 1,525 m/seg. (5,000 pies/seg.) hasta más de 6,705 m/seg. (22,000 pies/seg.). Pero la mayor parte de los explosivos usados tienen velocidades que varían de 3,050 a 5,040 m/seg. (De 10,000 a 18,000 pies/seg.). Mientras mayor sea la rapidez de la explosión, mayor suele ser el efecto de fragmentación.

Sensibilidad.-Es la medida de la facilidad de iniciación de los explosivos, es decir, el mínimo de energía, presión o potencia que es necesaria para que ocurra la iniciación. Lo ideal de un explosivo es que sea sensible a la iniciación mediante cebos para asegurar la detonación de toda la columna de explosivos, e insensible a la iniciación accidental durante su transporte, manejo y uso

Inflamabilidad. Se define como la facilidad con la cual un explosivo o agente de voladura puede iniciarse por medio de llama o calor.



Explosivo higroscópico.-Se dice que un explosivo es higroscópico, cuando absorbe humedad de la atmósfera o cuando está sumergido.

Estabilidad.-Es la aptitud de un explosivo para mantener inalterada su composición química, durante un tiempo más o menos largo, en condiciones normales de conservación. Las causas principales de inestabilidad son su propia composición química y las impurezas que contiene.

1.3.4. Clasificación de las Cargas

Carga.- Se da el nombre de carga a cualquier porción de explosivo destinada a un solo propósito determinado. De acuerdo con ese objeto se clasifica como sigue:

a. Por la colocación de la carga y el medio a destruir:

1. Carga adosada.- Son aquellas que se colocan simplemente en contacto directo con la obra por destruir.
2. Carga empotrada.- son aquellas que se colocan en el interior del material u obra por destruir, en cavidades practicadas al efecto. En estos casos la carga va siempre atracada, con lo que obtienen efectos aún mayores.

Las cavidades en que se colocan las cargas empotradas reciben genéricamente el nombre de barrenos, aun cuando a veces constituyen verdaderos pozos o túneles

b. Por la forma geométrica que presentan.

1. Concentradas.
2. Alargadas.
3. Huecas.
4. Diedro.

c. Por el fin a que se destinen.

Cargas explosivas.- son los artículos que consisten en una carga de explosivos detonantes tales como la hexolita, octolita o explosivos unidos a plásticos, diseñados para producir efectos por explosión o fragmentación.

Cargas de demolición.- Son los artículos que contienen una carga de explosivos detonadores en una funda de cartón, plástico, metal u otro material. El término excluye los siguientes artículos que se encuentran en la lista por separado: bombas, minas, etc.

Cargas fulminantes, de cebo o detonadoras.- Son aquellas que se usan para provocar la deflagración o la detonación de otras cargas. Cuando la carga detonadora resulta insuficiente, se hará uso de cargas adicionales, llamadas reforzadoras.

Cargas huecas para usos civiles sin detonadores.- Son los artículos que consisten en una funda que contiene una carga de explosivos detonantes con una cavidad revestida de material rígido, sin medios de iniciación. Ellos están diseñados para producir un efecto de chorro poderoso para hacer perforaciones.

Cargas lineales flexibles conformadas.- Son los artículos que consisten en un núcleo con forma de V, de un explosivo detonante, revestido de una funda de metal flexible.

Cargas de profundidad.- Son los artículos que consisten en una carga de explosivos detonantes contenidos en un tambor o proyectil. Ellos son diseñados para detonar bajo del agua.

Cargas expulsoras.- Es una carga de explosivos deflagrantes diseñadas para lanzar la carga útil del artículo de origen sin causar daños.

Cargas explosivas para usos civiles sin detonador.- Son los artículos que consisten en una carga de explosivos detonantes sin medios de iniciación, usados para la soldadura, unión, formación de los explosivos y otros procesos metalúrgicos.

Cargas propulsoras.- Son los artículos que consisten en una carga propulsora en cualquier forma física, con o sin envoltura, para usarlo como un componente de los motores de cohetes o para reducir la resistencia al avance de los proyectiles.

Cargas propulsoras para cañones.- Son los artículos que consisten en una carga propulsora, en cualquier forma física, con o sin envoltura, para usarse en los cañones.

Cargas de explosión suplementaria.- Son los artículos que consisten en un petardo pequeño móvil, usado en la cavidad de un proyectil entre la espoleta y la carga explosiva.

1.3.5. Efectos Mecánicos de la Detonación de un Explosivo

Son los resultados que produce la expansión rapidísima y a elevada temperatura, de grandes cantidades de gases, en un pequeño espacio,



dando lugar a enormes presiones, transmitidas a grandes velocidades.

En el medio exterior que rodea o está próximo al explosivo, esta reacción determina otros fenómenos de orden puramente mecánicos, que son los que producen roturas, destrucciones y explosiones por simpatía.

Los principales efectos son:

a. Golpe de aire:

Los gases resultantes de la explosión (desplazados aproximadamente a 25,000 km/hrs.) chocan con el medio exterior que rodea al explosivo y al transmitirle buena parte de su movimiento, crean un huracán virtual. Este hecho, solo se deja sentir a distancias muy cortas del centro focal (8 mts. aproximadamente para bombas de 250 kilos).

b. Onda mecánica de choque:

Por el empuje de los gases calientes de la explosión con el medio que rodea de cerca el explosivo, se genera la "onda mecánica de choque" que tiene todas las características de una onda de sonido tales como; frecuencia, amplitud, etc., si bien en un principio, su velocidad es muy superior a la de estas amortiguándose su energía proporcionalmente al cuadrado de su velocidad que, a la vez, disminuye con la distancia hasta hacerse, hasta el final de su recorrido, una verdadera onda de sonido. Se mueve esféricamente desde el fondo desde el foco de la explosión, no arrastrando al medio en que propaga, pero originando una elevación vertical de presión.

c. Efecto de proyección:

Simultáneamente con los efectos anteriores y consecuencia de las presiones que determina, resultan lanzados, alejándose del centro de la explosión, diversos materiales que están en contacto o en las proximidades del explosivo, lo que recibe el nombre de efecto de proyección.

d. Onda retrograda o de succión:

A la compresión producida en la masa de aire, sucede una aspiración rápida hacia el centro de la explosión, consecuencia del vacío originado. Se forma, por lo tanto, otra

onda de sentido contrario a la de choque, que completa los resultados de rotura; siendo mayor su duración, provoca la caída hacia el centro de explosión, de las más afectadas.

Ambas ondas, se reflejan en los obstáculos que encuentran a su paso pudiendo ser lo suficientemente potentes para originar, por el efecto combinado de presión y tracción, desperfectos considerables aun a grandes distancias influyendo, a veces, la frecuencia, propia de los obstáculos, que siendo próxima a la de las ondas, da lugar a fuertes sacudidas por vibraciones en resonancia.

Efecto de multiplicación modular:

Si un petardo de carga alargada de explosivo de velocidad de detonación relativamente pequeña, está atravesado, en sentido longitudinal, por multiplicador modular de un explosivo noble (mecha rápida), la detonación al pasar por este multiplicador a gran velocidad, todas y cada una de las secciones rectas, se convierten en focos de iniciación de explosivos lento, en el que la onda avanza en dirección perpendicular un espacio muy corto, por lo cual la duración de la explosión del petardo o carga es prácticamente la misma del multiplicador.

Como la potencia de un explosivo aumenta con la velocidad de detonación la multiplicación modular sirve para obtener explosiones potentísimas con explosivos que por si no lo son, por su pequeña velocidad de detonación.

El **amonol** es un explosivo tipo con el que este efecto se multiplica al tener una gran potencia rompedora.

Explosiones por simpatía o influencia:

Una propiedad de los altos explosivos, es poder ejercer a distancia una influencia tal que provoque su detonación, pero sin contacto directo ni conexión alguna con él, se ha aceptado, generalmente, que tal transmisión es ocasionada por el paso de una onda de percusión o choque de una masa a otra.

Comparación entre explosiones aéreas y submarinas:

La detonación de 1cm³ de explosivo, producirá 1cm³ de gases, tanto si la explosión se produce en el aire, bajo tierra o submarina. También la liberación, de energía producirá la misma presión máxima en el cm³ de gases sin influencia del medio ambiente que le rodea, dentro de los límites de la aplicación práctica.



Sin embargo los efectos de la explosión son completamente diferentes de ser aérea o submarina. Vistos anteriormente los efectos que producen en el aire, veamos ahora los de una explosión submarina.

Bajo el agua, el primer efecto es el impacto de la extremadamente alta presión de los gases con el agua que los rodea, originándose este choque una onda de presión que partiendo del explosivo, sale en todas direcciones a velocidades supersónicas.

Hasta aquí, igual que en una explosión aérea, excepto que la onda de presión no se convierte en una onda de choque. Por la incompresibilidad del agua, la amplitud de la onda no alcanza el frente vertical necesario que en el aire tiene la onda mecánica o de choque. De aquí en adelante los efectos son diferentes.

Bajo el agua, los gases liberados de la explosión se expanden rápidamente empujando a las capas de agua del punto de origen. La energía potencial de la presión del gas, es transformada en energía motriz cuando el agua desplazada vuelve a su punto de origen. Los gases se dilataron suficientemente para que la presión dentro de las burbujas sea más baja que la del agua que los rodea. La presión hidráulica contrae nuevamente a la burbuja hasta un volumen que se aproxima al del instante de la detonación y de nuevo, otra vez los gases inician la expansión, produciendo el impacto sobre el agua, que ocasiona una segunda onda de presión, similar a la primera.

La alternada expansión y contracción de la burbuja, continúa hasta que se rompe en la superficie del agua y los gases son lanzados a la atmósfera.

Cada expansión ocasiona una onda de presión similar a la primera. Estas ondas de presión sucesivas se llaman "vibraciones de burbujas" además de los efectos que estas vibraciones producen en los objetos que se encuentran a su paso debajo del agua, hay un efecto secundario sobre ellos debido al empuje del líquido cuando es desplazado por la energía de los gases.

Otros efectos en las explosiones submarinas:

Los efectos destructores de las explosiones en el aire y bajo el agua también son diferentes. Con una idéntica carga y elemento a destruir, la fragmentación en la atmósfera presenta innumerables pequeños pedazos, mientras que éstos, son de mayor tamaño, y por lo tanto, en menor número, en la explosión submarina debido al efecto retardador del líquido.

Otros factores influyen en los efectos de un explosivo bajo el agua tales como, colocación del objetivo en sí, por ejemplo: en una carga colocada contra las planchas del casco de un buque, serán diferentes según el compartimiento detrás de las planchas esté vacío, es decir con aire o lleno de petróleo o agua.

También son diferentes los efectos para una misma carga si ésta hace explosión cerca de la superficie, entre dos aguas o reposando en el fondo.

El contorno y la constitución del fondo también modifican los efectos de la explosión.

1.3.6. Características de los Explosivos Militares

Los explosivos rompientes que reúnen ciertas condiciones necesarias para que puedan ser usados con buen rendimiento, seguridad y eficacia en el campo de batalla, reciben la denominación de explosivos militares. Las condiciones requeridas para ello son:

- Resistencia al choque, al calentamiento y la fricción; ya que en la zona de combate estarán expuestos a contingencias tales como disparos de armas de fuego, maltratos, golpes, fricciones y otras
- Gran potencia por unidad de peso; así será posible obtener buenos resultados con menores cantidades de explosión.
- Gran densidad; con el fin de lograr óptimos resultados con volúmenes pequeños; además, no se requerirán así barrenos muy grandes.
- Estabilidad química; a fin de que resistan, sin descomponerse, las malas condiciones del ambiente y los malos almacenajes.
- aptos para ser usados bajo el agua.
- Fáciles de empacar, cargar y manejar

1.4. Características de los Diferentes Tipos de Pólvora Negra y su Incineración.

Las pólvoras negras son bajos explosivos o de flagrantos y esta clasificación las separa de los altos explosivos o detonantes, tales como la dinamita. Las pólvoras están compuestas de mezclas de azufre, carbón y un nitrato que puede ser de potasio o de sodio. Las pólvoras se queman progresivamente a través de un periodo relativamente sostenido, en contraste con los

Explosivos detonantes con los cuales se descomponen prácticamente en un instante.

Las pólvoras negras son los más lentos de todos los explosivos. Tiene una acción de empuje y de



corte que produce un material grande y de fragmentos firmes. Su acción se deriva de un relativamente lento desarrollo de presión de gas, de tal modo que deben cargarse cuidadosamente y confinarse mucho. Los bordos de una barrena deben estar bien balanceados ya que tienden a ceder en los puntos débiles.

Las pólvoras negras se fabrican en dos formas: en granos finos y en granos gruesos.

En el pasado, la pólvora negra fue el único agente utilizado en voladuras. Hace mucho tiempo que fue fuertemente desplazada por las dinamitas en las voladuras generales, aunque todavía se emplea para aplicaciones específicas en donde son deseables acciones lentas de empuje. Su acción propelente es una característica importante en ciertos tipos de voladuras ya que puede utilizarse para alcanzar y regular el desplazamiento, por ejemplo, en el minado y extracción de piedra sólida. La pólvora se deflagra con una llama caliente.

1.4.1. Propiedades

Sensibilidad.-Todas las pólvoras son relativamente insensibles al choque, fricción y a la electricidad estática; sin embargo cualquier tratamiento que produzca una chispa o calor de suficiente temperatura y cantidad la encenderá.

Ignición.-Las pólvoras se encienden instantáneamente alrededor de 300° C. No deben estar expuestas por largo tiempo a temperaturas superiores a 100° C. La ignición puede efectuarse por cualquier llama, chispa, alambre eléctrico o superficie caliente, o por accesorios de voladura, tales como encendedores eléctricos, estopín eléctrico y cordón detonante.

Velocidad.-Las pólvoras negras no tienen verdaderas velocidades, en tanto que los explosivos detonantes si la tienen. Su rapidez de quemado se afecta con el confinamiento. Al aire libre, los trenes de pólvora se queman muy lentamente, a velocidades medibles en segundos por pie. Confinadas, como en tubos de acero, las velocidades de las explosiones se han valuado en algunas ocasiones desde 560 pies/seg. Para granulaciones muy gruesas, hasta 2070 pies/seg. Para granulaciones muy finas.

Gases.-Cuando explotan, producen considerables cantidades de humo y otros gases.

Entre los últimos está el altamente tóxico monóxido de carbono, el que se forma en grandes cantidades. Por lo tanto, las propiedades de los gases de la pólvora están clasificadas como "pobres" y debe proporcionarse ventilación

adecuada para que se pueda utilizar con seguridad bajo tierra o en otros lugares confinados.

1.4.2. Clases de Pólvora Negra para Voladura

Existen dos tipos: pólvora para voladura "A" que contiene nitrato de potasio y pólvora para voladura "B" que contiene nitrato de sodio en lugar de la sal de potasio. En ambas pólvoras, los otros ingredientes son azufre y carbón. Debido al nitrato utilizado, la pólvora para voladuras "A" es considerablemente más rápida, un poco más fuerte y algo menos higroscópica que la pólvora para voladura "B".

Granulaciones.-La velocidad de quemado de la pólvora para voladuras está controlada por el tamaño del grano –entre más fina sea el granulado, más rápida será la pólvora-. La pólvora para voladuras "A" está disponible en varias granulaciones estándar pero solamente los tipos 4FA, 5FA Y 7FA se utilizan en voladuras comerciales. La pólvora para voladuras "B" se fabrica en seis granulaciones estándar desde 2C hasta 4F.

Usos.-Además de su uso en la mecha de seguridad, la principal aplicación no militar de la pólvora para voladura "A" está en la obtención de piedra para construcción, granito y pizarra. También se utiliza en fuegos artificiales. La pólvora para voladura "B" se emplea principalmente en operaciones de descapote de carbón y en minas subterráneas que no son gaseosas.

Pólvoras de granos gruesos.

La pólvora de grano grueso es pólvora prensada en granos cilíndricos de 2" de longitud y de diámetro variable desde 1 1/4 hasta 2". Cada grano tiene un orificio central de 3/8" de diámetro para permitir que la mecha se pase a través del cartucho o para insertar un encendedor eléctrico. La composición de las pólvoras de grano grueso es básicamente la misma que a de las voladuras "B", modificadas ligeramente por la adición de algunos ingredientes para controlar las propiedades físicas y explosivas de los granos respectivos.

Las pólvoras de grano grueso son más convenientes en su uso y más seguras para manejar que las de grano pequeño, ya que existe menor peligro producido por los derrames.

Grados.-La pólvora de grano grueso Du Pont se fabrica en un estándar llamado No. 4 medio rápido. Este tipo se obtiene prensando una masa heterogénea de pólvora de baja densidad sin desgranar.



Dstrucción.-La pólvora que es una mezcla íntima de nitrato de potasio o de sodio, carbón y azufre, puede destruirse colocándose en agua y tirando el agua en un lugar aparte del residuo. Esto puede efectuarse excavando un pozo en terreno poroso, colocando la pólvora dentro del y disolviendo el nitrato con copiosas cantidades de agua. A continuación puede cubrirse el residuo con tierra.

Peligro.-Los materiales combustibles que han absorbido el nitrato de la pólvora se vuelven muy inflamables y pueden llegar a ser explosivos.

La pólvora sin humo.

Se da este nombre a una serie de explosivos de flagrantés que son usados como carga de proyección en las armas de fuego y que producen una muy reducida cantidad de humo y residuos.

Todas estas pólvoras son fabricadas con una base de algodón nitrado, hecho coloidal y mezclado a veces con otros explosivos, con el fin de obtener determinadas condiciones de viveza, potencia, estabilidad, etc. Estos explosivos se tratan en detalle en manuales de balística por no ser aplicables en demoliciones.

Se presenta en granos de muy variadas y diversas formas, tales como: prismática, cilíndricas tubular, laminar, multiperforado, roseta, etc. Con la forma se tiende a lograr una producción progresiva o, por lo menos uniforme, de gases. El tamaño se elige para obtener que la producción de gases se mantenga el tiempo necesario.

1.5. Métodos de Neutralización y Dstrucción de Sustancias Explosivas

- Incineración, quemado o inflamación.
- Descomposición y neutralización por agua o sustancias químicas.
- Explosión o detonación.

1.5.1. Recomendaciones para la Dstrucción por Incineración.

- Se pueden incinerar para su destrucción, los desechos de pólvoras propulsoras, de algodón pólvora, de explosivos y composiciones de pirotecnia. Deben hacerse en pequeñas cantidades y excluirse la destrucción en masa.
- Las unidades o dependencias que tengan necesidades de destruir materias explosivas por incineración, deben tener

un área dedicada exclusivamente a ello, que satisfaga las condiciones siguientes:

Estar suficientemente alejadas de las instalaciones, depósitos de combustibles y lubricantes y de almacenes que contengan material combustible.

Estar ubicada en un terreno desyerbado y sin arbustos, así como abrigada de la acción de vientos dominantes.

Que cuente con un estanque y una manguera de presión.

c. Principios básicos para la incineración.

La incineración del material explosivo se realizara al aire libre.

No deben mezclarse los desechos de diferente naturaleza y de diferente origen.

Limpiar el lugar escogido para la incineración antes de cada operación; para eliminar los restos que pudieran quedarse de alguna operación anterior y evitar que se pueda encender imprevisiblemente el desecho a destruir.

No operar si hay vientos fuertes, si llueve o si hay condiciones de temperaturas elevadas en el ambiente.

Para realizar la destrucción se procede a colocar el material en regueros paralelos (se recomienda que se haga sobre papel), de tal modo que la combustión progrese en dirección contraria al viento.

Los operadores se colocaran a la distancia conveniente, de preferencia a un costado y procurando que el viento no lleve hacia ellos los gases de la combustión.

En el incendio se empleara mecha lenta y se dará fuego a uno de los extremos de los regueros, para facilitar la inflamación puede interponerse una pequeña cantidad de pólvora negra entre la mecha lenta y el material explosivo.

La longitud de la mecha a emplear debe permitir al operador alcanzar el refugio la distancia de seguridad sin apresuramiento, verificándose previamente la velocidad de combustión de la mecha. A falta de mecha



se puede emplear papel, pasto seco u otro material combustible.

Incineración de pólvoras negras.

El explosivo se extenderá por el suelo en regueros o franjas de 6 cm. de espesor y 5 cm. de ancho, pudiendo quemarse varios regueros a la vez con una separación de 3 mts. entre ellos.

Para inflamar la pólvora se puede emplear una cadena de material inflamable (virutas, hierbas secas, etc.) disponiéndose en tal forma que el viento ayude a llevar la flama; también se puede auxiliar de una mecha lenta o de un pequeño reguero de la misma pólvora negra, colocándola perpendicular a las franjas.

Incineración de pólvora sin humo.

El procedimiento es similar a la pólvora negra, generalmente se hacen regueros cuya anchura y espesor dependen de la granulación y composición de la pólvora (entre 10 y 20 cm. De ancho), para inflamarla se coloca en el extremo un reguero de pólvora negra de grano fino y mecha lenta con una longitud aproximada de 8 mts. Con el objeto de darle tiempo al operario de retirarse lejos del calor intenso que libera este tipo de pólvoras al combustionarse. La cantidad de pólvora a destruir es de 100 kg. Como máximo, pudiéndose colocar paralelamente 2 o más regueros a una distancia no menor de 10 mts.

CAPÍTULO II

2. HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS PARA VOLADURAS UTILIZADAS EN OPERACIONES DE DEMOLICIÓN

2.1. Herramientas Utilizadas en Operaciones de Demolición

Material de demolición es el conjunto de herramientas, aparatos, instrumentos y artificios que se utilizan para integrar y colocar los dispositivos de demolición en la forma y en el lugar previstos, así como para provocar la explosión de las cargas.

El material de demolición se clasifica en la forma en que se indica en el cuadro siguiente, en que aparecen los efectos más usados.

a. Herramientas.

Barretas y pulsetas.
Marros y martillos.
Barrenas.

Perforadoras mecánicas.
Cucharas.
Varillas de sondeo.
Pinzas de minador.

b. Aparatos eléctricos.

Explosores.
Galvanómetros.
Conductores y carretes.

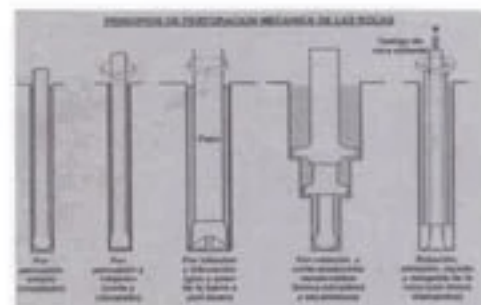
c. Artificios.

Detonadores.
Mecha lenta.
Cordón detonante.
Tirafrictor.

Las barretas, las pulsetas, los marros y los martillos son de los comúnmente usados en obras de índole civil. Se utilizan para perforar rocas y terrenos duros y otros materiales semejantes. Pueden practicarse con ellos barrenos hasta de 25mm de diámetro. Por su relativamente bajo rendimiento se usan para obras formadas por pocos barrenos.

Las barrenas son herramientas con puntas de diversas formas, que se usan para abrir barrenos en arcilla, terrenos suaves y madera. El rendimiento está en relación con la dureza del medio perforado y la forma y calidad de la punta o broca. Algunas de ellas tienen aditamentos telescópicos que permiten su uso a mayores profundidades.

Las perforadoras mecánicas son máquinas, generalmente neumáticas, que se emplean generalmente para perforar barrenos en muy diversos medios. En los duros por percusión, como las barretas y pulsetas, en los blandos por desgaste, como las barrenas. Su rendimiento es muy elevado, si bien son muy pesadas, por lo que se recomiendan solo para obras de importancia.



Las cucharas de minador son varillas de longitud variable, que llevan en uno o en ambos extremos una cucharilla que sirve para extraer de los barrenos la tierra producida al excavarlos. Otro



tipo consta de un tubo cerrado por una esfera móvil, que tiene mayor rendimiento.

Las varillas de sondeo son también de diversas longitudes, tiene un asa en un extremo y terminan en punta por el otro. Sirven para averiguar las dimensiones y la forma de rocas o construcciones enterradas que se desean destruir con explosivos.

La pinza de minador tienen varios usos: cortan la mecha lenta y el cordón detonante, ajustan el detonador en la mecha, abren en el petardo el alojamiento del detonador y además sirven como desatornillador. Siendo construidas con material blando, por ningún motivo deben usarse en trabajos distintos a los ya especificados.

2.2. Explosores

Máquinas Explosoras.

Las máquinas explosoras suministran la corriente necesaria para disparar los estopines eléctricos. Estas son de dos tipos básicos: de "generador" y de "descarga de condensador". Ambos tipos son de una construcción robusta y soportan servicio duro por periodos prolongados.

De "generador"

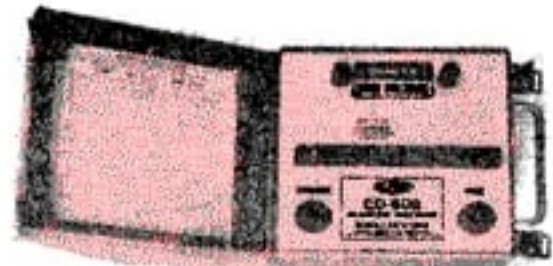
Estas explosoras han sido las convencionales durante muchos años. Se basan en un generador modificado que suministra una corriente directa pulsativa. Son de dos tipos: de "giro o vuelta" y de "cremallera". Están diseñadas de tal manera que no producen corriente alguna hasta que el giro o el desplazamiento hacia abajo de la cremallera lleguen al final de su recorrido; instante en que la corriente es liberada hacia las líneas de disparo en magnitud muy cercana a su máximo amperaje y voltaje.



En el caso "a" se muestra la máquina explosora de cremallera y en el "b" la de giro o vuelta. Las flechas señalan el movimiento de la manivela. De "descarga de condensador"

Estas máquinas explosoras utilizan pilas secas para cargar un banco de condensadores que alimenta una corriente directa y de duración corta a los dispositivos de disparo eléctrico.

Para operarlas se conectan sus terminales a las líneas conductoras provenientes del circuito de la voladura y después se oprime el interruptor de "carga", cuando el foco piloto (rojo) enciende se oprime el interruptor de "disparo" manteniendo siempre oprimido el interruptor de "carga".



La explosora de descarga de condensador no dispara a menos que ambos botones el de "carga" y el de "disparo" ("charge" y "fire" respectivamente) sean accionados conjuntamente.

Estas explosoras se consideran como las máquinas más eficientes y confiables para el encendido en voladuras. Sus principales características son:

Poseen una capacidad de detonación de estopines extremadamente alta.

Proporcionan gran seguridad ya que no disparan hasta alcanzar su voltaje de diseño, el cual es señalado por la luz del foco piloto.

Los botones de carga y disparo así como los condensadores quedan en "corto circuito" hasta que se necesiten.

La ausencia de partes dotadas de movimiento y la eliminación del factor humano que interviene en las explosoras mecánicas.

Existen también máquinas explosoras de descarga de condensador capaces de dar energía a múltiples circuitos de voladura en una secuencia de tiempo programada, comúnmente a estas

Máquinas se les denomina "explosoras secuenciales". La distribución de tiempo proporciona un mayor número de retardos de los que se pueden tener como estopines de tiempo



disparados con máquinas explosoras convencionales.

Otra característica de la explosora secuencial es que permiten aumentar el tamaño total del disparo sin incrementar los efectos de ruidos y vibraciones, así como mejorar la fragmentación y el control de proyecciones de roca.

2.3 Tipos de Galvanómetros

Este aparato tiene una pila que proporciona la corriente necesaria para mover una manecilla en una escala graduada. Las pilas y las partes mecánicas están encerradas en una caja metálica, la cual está provista en su parte superior de dos bornes de contacto. Sirve para probar cada uno de los estopines eléctricos y también para determinar si un circuito de voladura está cerrado o no y si está en condiciones para el disparo; además sirve para localizar alambres rotos, conexiones defectuosas y cortos circuitos, así como para medir la resistencia aproximada del circuito.

2.3.1. Óhmetro

Si se requiere mayor exactitud que la que proporciona un galvanómetro, se puede usar un óhmetro. Estos dos aparatos son similares sólo que el óhmetro posee dos escalas de resistencia, una baja (de 0 a 100 ohms) y otra alta (de 0 a 1000 ohms), con lo cual se amplía el alcance de medición de resistencias.



Óhmetro para voladuras.

2.3.2. Multímetro

El multímetro es un aparato diseñado para medir resistencias, voltajes y corrientes en operaciones de voladuras eléctricas. Su sensibilidad es muy alta, por lo que tiene un amplio alcance en sus mediciones.

Sus principales usos son:

- 1.-Examinar los sitios de voladura para localizar corrientes extrañas.

- 2.-Analizar las resistencias de los circuitos.
- 3.-Ejecutar pruebas de resistencia en la determinación de riesgos por electricidad estática.

4.-Probar líneas de conducción.

- 5.-Probar la continuidad y la resistencia de estopines y circuitos eléctricos.

- 6.-Medir voltajes

7.-Como galvanómetro.



Multímetro para voladuras.

2.3.3. Reóstato.

Este instrumento se utiliza para probar la eficiencia de una máquina explosora de tipo generador. Está formado por una serie de bobinas de resistencia variable. Cada resistencia tiene una placa que indica su valor en Homs y su número equivalente de estopines eléctricos.



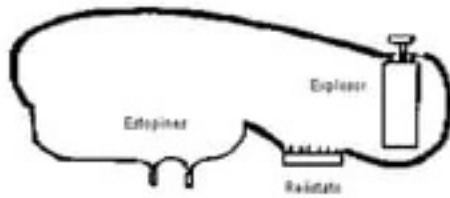
Reóstato para prueba de máquinas explosoras.

Para usar el reóstato, primeramente se conectan dos o cuatro estopines en serie con las resistencias del condensador de manera que la resistencia total se ajuste a la que tendría el número total de estopines para los que la máquina fue diseñada para disparar, en seguida se conecta el circuito a la máquina explosora y se dispara, si detonan los estopines puede concluirse que la explosora está en condiciones adecuadas para la operación de

Voladuras. Al hacer la prueba debemos protegernos de la explosión de los estopines.



La ventaja del uso del reóstato es que puede probarse la explosora detonando únicamente unos pocos estopines en cada prueba.



Uso del reóstato.

Mallas o redes.

Las mallas pueden ser de alambre o alambón y se utilizan para cubrir la voladura antes de efectuar el disparo, para captar los fragmentos de roca procedente de la voladura e impedir que vuelen al aire con grandes proyecciones. Debe tenerse cuidado al colocar las mallas, porque pueden hacerse cortos circuitos si hay conexiones descubiertas del circuito de disparo que estén en contacto con la malla.

Conexiones de los estopines.

Como ya habíamos visto los estopines ya sean instantáneos o de tiempo, se activan eléctricamente, para ello se requiere una cantidad mínima de corriente que **generalmente es de 2 amperios para asegurar el disparo. Para conocer esa corriente mínima debemos calcular con la Ley de Ohm, cuya fórmula es:**

$$I = \frac{V}{R}$$

INTENSIDAD (amperios) = $\frac{\text{VOLTAJE (de la fuente de corriente eléctrica)}}{\text{RESISTENCIA (del sistema de estopines y alambres)}}$

El voltaje (V) de la fuente de energía eléctrica generalmente es conocido, puede ser corriente monofásica, cuyo voltaje es 110 voltios, o corriente trifásica (de fase a fase) con voltaje de 220 o 440 volts (en caso de duda calcule con 220 volts), que se usa mucho en excavaciones subterráneas; también puede ser un explosor en cuyo caso el

Voltaje oscila entre 80 y 300 voltios (si hay duda use 80).

Por lo tanto nuestro único problema es calcular la resistencia del sistema y esto depende de las resistencias de cada estopín y de los alambres de conexión.

Distribución típica de conexiones en un banco.

La corriente debe producirse (en un explosor) o conectarse (a una instalación eléctrica) desde una distancia prudente; en un banco debe ser alrededor de 60 mts. si no estamos en la dirección de las proyecciones y aún 40 mts. si nos protegemos con alguna saliente del terreno; en una demolición generalmente las distancias son mayores.

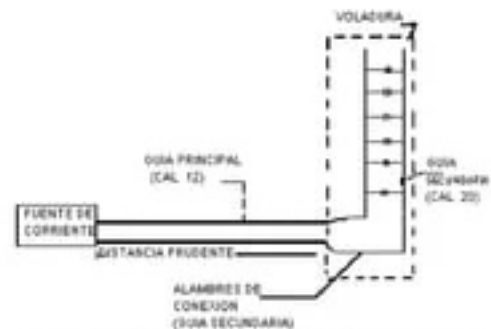
La corriente se conduce al banco por medio de dos alambres que reciben el nombre de guía principal, generalmente alambre forrado calibre 12 y luego se distribuye entre los estopines por medio de guías secundarias, en donde el calibre 20 es muy recomendable.

Calibre A W G Num.	Resistencia, ohms Por 1,000 m.
8	2.10
10	3.34
12	5.31
14	8.43
16	13.45
18	21.36
20	34.45
22	54.79
24	87.14

Resistencia de alambre de cobre.

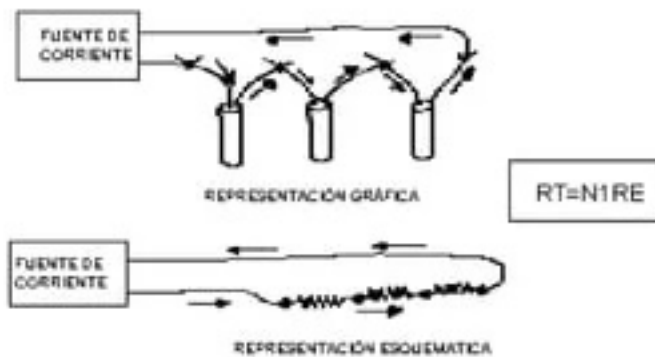
Kg. DE EXPLOSIVOS	DISTANCIA SEGURA MÍNIMA EN DEMOLICIONES A CAMPO ABIERTO (EN METROS)
0.5 a 10	250 m
20	320 m
30	370 m
50	440 m
100	530 m
200	700 m

Distancia segura mínima en demoliciones a campo abierto.



Distribución típica de conexiones.





Estopines conectados en serie

Dónde: $RT =$

Resistencia total

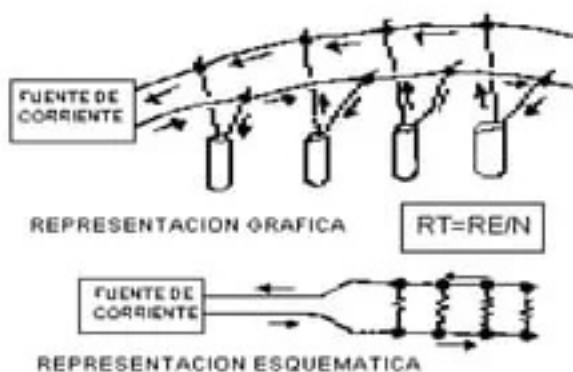
$N1 =$ Número de estopines por serie

$RE =$ Resistencia de cada estopín.

Si varios estopines se conectan extremos con extremos uno a continuación de otro, se dice que los estopines están conectados en serie, la corriente que pasa por todos ellos es la misma y la resistencia total del sistema es la suma de las resistencias de cada estopín.

Conexiones en paralelo.

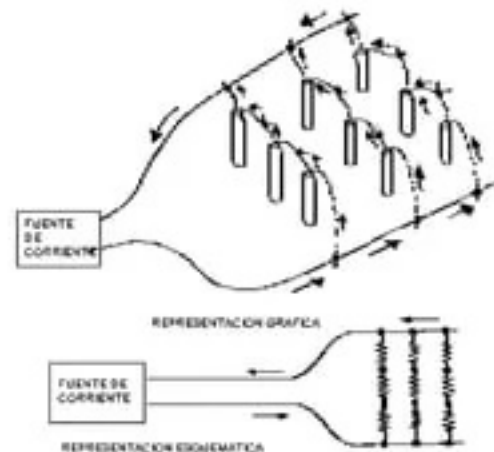
Cuando los estopines se conectan lado a lado, la corriente se divide pues cada estopín provee un camino diferente para el flujo de corriente, pasando una parte de la corriente total por cada uno de los estopines.



Estopines conectados en paralelo.

Conexiones en serie paralelo.

Cuando varias series de estopines se conectan lado a lado la corriente se divide, pues cada serie provee un camino diferente para el flujo de corriente pasando una parte de la corriente total por cada una de las series.



2.4. Mecha Lenta y Cordón Detonante

Accesorios para voladuras.

Son los dispositivos o productos empleados para cebar cargas explosivas, suministrar o transmitir una llama que inicie la explosión, llevar una onda detonadora de un punto a otro o de una carga explosiva a otra y los necesarios para probar las conexiones y disparar los explosivos para que pueda llevarse a cabo una voladura.

Métodos de encendido.

Para obtener los mejores resultados en las voladuras, se debe seleccionar los accesorios tan cuidadosamente como los explosivos.

Tirafrictor o encendedor de fricción.

Se emplea para producir el fuego en la mecha lenta, de una manera fácil, rápida y segura y en el momento que el minador lo desee. Este es un tubo de papel cerrado en un extremo, que contiene un dispositivo encendedor consistente de un compuesto áspero sobre un alambre que sobresale a través del extremo cerrado del tubo.

Al utilizarse, la mecha se inserta en el extremo abierto del encendedor hasta que toca ligeramente el extremo del alambre. La mecha se sujeta firmemente en esta posición mediante unos dientes metálicos colocados en el interior del tubo. La mecha se enciende jalando hacia afuera el extremo sobresaliente del alambre. Este tipo de encendedor es muy conveniente cuando sea necesario encender una mecha bajo viento o lluvia, o en minas subterráneas húmedas. Con este



dispositivo solamente puede iniciarse una mecha a la vez.

Iniciadores.

Los iniciadores **son productos que dan principio o inician una explosión**. Los iniciadores son: la mecha de seguridad, el ignitacord y el cordón detonante.

Mecha de seguridad.

La mecha de seguridad **es el medio a través del cual es transmitida la flama a una velocidad continua y uniforme, para hacer estallar al fulminante o a una carga explosiva**.

Está formada por un núcleo de pólvora negra, cubierto por varias capas de materiales textiles, asfálticos, plásticos e impermeabilizantes, los cuales le proporcionan protección contra la abrasión, el maltrato y la contaminación por humedad. Es obvio que cualquier manejo que destruya o dañe el recubrimiento de protección o que permita que el agua u otras sustancias lleguen a la pólvora, ocasionará que la mecha no cumpla con su objetivo y tenga un funcionamiento defectuoso.

Cuando se inicia la mecha, emerge de ella un flamazo inicial, el cual comprueba al usuario que el núcleo de pólvora ha sido encendido y que la mecha está ardiendo. El no reconocer el flamazo inicial puede provocar incertidumbre respecto a la ignición de la pólvora y ocasionar accidentes al tratar de encender una mecha que ya fue encendida.



Mecha de seguridad mostrando el flamazo inicial que es un chorro de fuego que lanza la mecha al encenderse el núcleo de pólvora.

La **velocidad de combustión de una mecha generalmente es de 128 a 135 segundos por metro**, sin embargo se fabrican mechas de diferentes velocidades de combustión. Los fabricantes señalan que dichas velocidades podrán tener una variación permisible del 10% en más o menos que la determinada en la fábrica y que después de salir de ella no garantizan que se cumplan a causa de las diversas condiciones y circunstancias en las que se puede encontrar la mecha. Ante esta situación

es conveniente medir con exactitud el tiempo de combustión de una muestra de cada rollo de mecha antes de usarla.

La mecha usada en México se denomina Clover y puede conseguirse en carretes de 1000 metros o en rollos de 50 metros. La mecha de seguridad también se conoce como mecha para minas o como cañuela.

Manejo de mechas lentas.

Para su empleo, se adoptarán una serie de medidas de seguridad, ejecutando las siguientes operaciones:

- Sanear la mecha: **Consiste en desprejar, por mediación de un corte, 3 o 4 centímetros de su longitud, a partir del extremo o chicote**, que no tengamos la seguridad de que ha sido cortado recientemente, evitando así, el trozo que la humedad haya podido estropear.
- Comprobar velocidad: Cuando se desconozca la velocidad de combustión real de una unidad o rollo, es necesario cortar una cantidad determinada y comprobar, si arde dentro de los límites o características de su fabricación. Para determinar el largo de la mecha lenta se utiliza la siguiente fórmula.

$$\text{Largo mecha (m)} = \frac{\text{Tiempo requerido (seg.)}}{\text{Velocidad de combustión (seg./m)}}$$

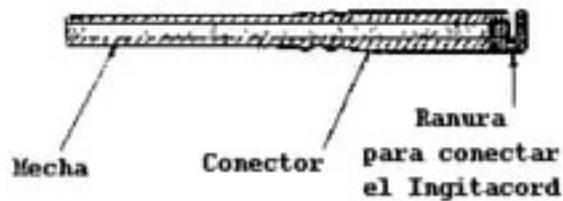
- Medirla: Medir cuidadosamente, la longitud necesaria, para producir el retardo deseado (y siempre conocido) en la explosión, no usando nunca, menos de medio metro. Ha de permitir al artificiero, retirarse sin ninguna precipitación.
- Recorrerla: **Examinar detenidamente, toda la longitud del trozo a emplear, para ver si se nota algún corte, interrupción o deterioro en la envuelta.**
- Cortarla: Efectuar con la tenacilla de minador, un corte recto y limpio del trozo.

Ignitacord.

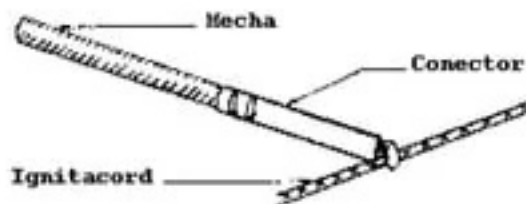
El ignitacord **es un cordón incendiario que arde a una velocidad uniforme con una vigorosa flama exterior. Tiene un diámetro muy pequeño, 1.5 milímetros, y consiste de un núcleo de termita en polvo (mezcla que produce elevadas temperaturas) recubierto de entorchados textiles.**



Este producto permite encender una serie de mechas de seguridad en un orden determinado, proporcionando a la persona que inicie el encendido el mismo tiempo para colocarse en un lugar seguro que tendría si estuviera encendiendo una sola mecha. Para unir las mechas con el ignitacord se usan conectores especiales.



Corte longitudinal de una mecha y un conector



Unión de la mecha con el ignitacord por medio del conector.

Existen en el mercado tres tipos de ignitacord de acuerdo a su velocidad de combustión nominal e identificable por su color.

El ignitacord se puede adquirir en carretes de 30 metros (aproximadamente 100 pies) y en rollos de 10.15 metros (33 1/3 pies).

Tipo	Velocidad de combustión	Color
A	Intermedia - (8 segundos por pie)	Verde
B	Lenta - (15 segundos por pie)	Rojos
C	Rápida - (4 segundos por pie)	Negro

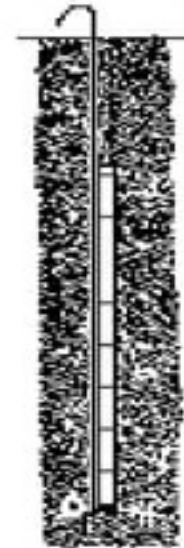
Tabla.- Velocidad de combustión y color de los diferentes tipos de ignitacord.

Cordón detonante.

El cordón detonante se puede describir como una cuerda flexible, formada por varias capas protectoras y un núcleo del explosivo conocido como **pentrita**, que es muy difícil de encender pero tiene la sensibilidad suficiente para iniciar la explosión con detonadores (fulminantes o estopines), o por medio de la energía detonadora de algún explosivo de alta potencia.

Su velocidad de detonación es de 6,700 metros por segundo. La fuerza con que estalla es suficiente para hacer detonar explosivos violentos continuos dentro de un barreno, de modo que, si se coloca en el barreno, actúa como agente iniciador a lo largo de la carga explosiva.

El cordón detonante se usa para disparar múltiples barrenos grandes en la superficie ya sea vertical u horizontal, siendo ilimitado el número de barrenos que pueden dispararse de esta forma.



Cordón detonante colocado en el barreno. Su función es iniciar la columna de explosivos.

En México los cordones detonantes más usados son el **Primacord** y el **E-cord**, sus principales diferencias son los gramos de pentrita y su grado de protección. El primacord se usa dentro del barreno para asegurar la detonación del explosivo, y el E-cord en la superficie para hacer detonar los tramos de Primacord de los barrenos. Esto se hace por ser más barato el E-cord.

"E-CORD"



E-cord

PRIMACORD REFORZADO



Primacord



Cordón detonante	Núcleo	Gramos por metro (Nominale)	Diámetro Exterior mm	Resistencia en Tensión, Promedio	Peso de Embarque, 500 mts
Primacord	Perfora	10.6	5.15 ± 0.40	90 Kg	11.5 Kg
E-cord	Perfora	5.3	4.0 ± 0.20	63 Kg	7.8 Kg

Características de los cordones detonantes.

Tanto el Primacord como el E-cord se pueden adquirir en rollos de 500 metros.

2.5. Estopín Eléctrico y Capsula Fulminante

DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN

Los dispositivos de iniciación son productos utilizados para: (1) iniciar las cargas de explosivos, (2) proporcionar o transmitir la flama para iniciar una explosión o (3) llevar una onda de detonación de un punto a otro o de una carga de explosivos a otra.

Detonadores.

Los detonadores son dispositivos que sirven para disparar una carga explosiva. Pueden ser eléctricos y no eléctricos (estopines y fulminantes respectivamente).

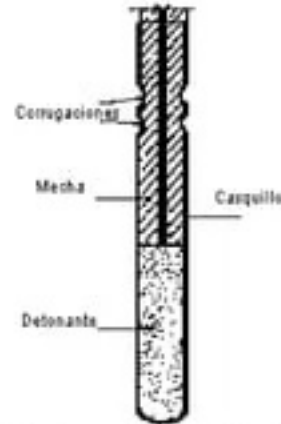
Clasificación de detonadores



Fulminantes.

Los fulminantes o cápsulas detonadoras son casquillos metálicos cerrados en un extremo en el cual contienen una carga explosiva de gran sensibilidad, por ejemplo fulminato de mercurio. Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha de seguridad. En la figura se muestra una mecha ensamblada a un fulminante. Los fulminantes que se fabrican son del número 6 ya que estos son los suficientemente potentes, pero si se requieren de otra potencia se conseguirán en un pedido especial.

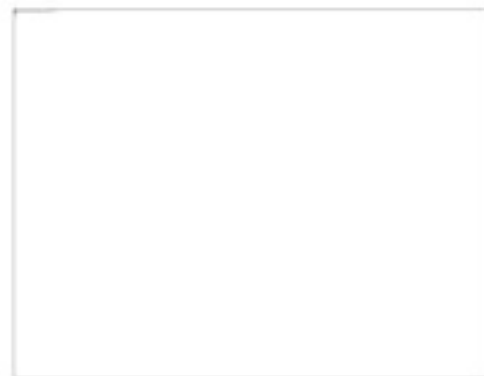
Los fulminantes los surten por ciento o por millar. Su empleo en construcción generalmente está limitado a pequeñas voladuras y moneo (volver a tronar rocas que en la primera voladura resultaron de tamaño mayor que el especificado). El moneo es antieconómico por lo que debe de evitarse tratando de obtener toda la roca al tamaño especificado desde la primera voladura.



Estructura de un fulminante

Estopines eléctricos.

Los estopines eléctricos son fulminantes elaborados de tal manera que pueden hacerse detonar con corriente eléctrica. Con ellos pueden iniciarse al mismo tiempo varias cargas de explosivos de gran potencia, y se puede controlar con precisión el momento de la explosión, lo que no sucede con los fulminantes por la variación de la velocidad de combustión de la mecha.



Un estopín eléctrico está formado por un casco metálico cilíndrico que contiene varias cargas de explosivos. La energía eléctrica es llevada hacia el estopín mediante alambres de metal con aislamiento de plástico, los cuales se introducen al estopín a través de un tapón de hule o plástico. El tapón colocado en el extremo abierto del casco del estopín forma un cierre hermético resistente al agua. Los extremos de los alambres son unidos dentro del fulminante por un alambre de corta longitud y diámetro muy pequeño llamado filamento, el cual queda en contacto con la carga

De ignición del estopín. Cuando se aplica corriente eléctrica se pone incandescente el filamento y el estopín detona.

Los extremos libres de los cables del estopín como una medida de seguridad, tienen un dispositivo de corto circuito llamado "shunt" o "derivador" de tal modo que impida el flujo indeseado de corriente a través del circuito del puente, misma que puede ser causa de un disparo accidental.

Los estopines que tiene más alta potencia son los que tienen mayor cantidad de carga detonante. Generalmente los estopines usados son del No. 6, y raramente del No. 8.

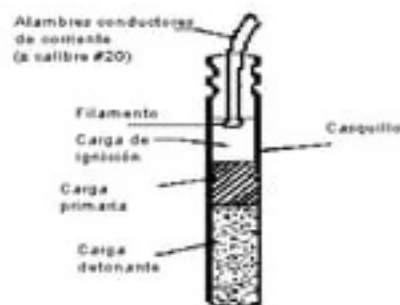
Estopines eléctricos instantáneos.

Los estopines eléctricos instantáneos tienen una carga de ignición, una carga primaria y una carga detonante.

Su casquillo es de aluminio y tienen dos alambres de cobre calibre 20 ó 22, generalmente uno rojo y el otro amarillo. Estos dos colores distintos son de gran ayuda al hacer las conexiones.

Los estopines instantáneos se pueden conseguir suelto o en cajas cuyo contenido es el siguiente:

- 50 piezas para alambre de 2 a 6 metros.
- 40 piezas para alambre de 7 metros y
- 30 piezas para alambre de 9 y 10 metros



Estructura de un estopín instantáneo

Estopines eléctricos de retardo.

Los estopines eléctricos de retardo, también llamados de tiempo son similares a los instantáneos, con la diferencia que tienen colocados entre el filamento y la carga de detonación un elemento de retardo el cual contienen pólvora lenta.



Estructura de un estopín de tiempo

Estos estopines tienen una etiqueta de color que muestra el número de período de retardo y que sirve para su identificación. El disparo con estopines de retardo tiene por objeto mejorar la fragmentación y el desplazamiento de la roca, así como proporcionar mayor control de vibraciones, ruido y proyecciones. Si se usan adecuadamente pueden reducir los costos.

Los estopines de retardo tienen alambre de cobre calibre 24 forrado cada uno de distinto color, generalmente uno azul y amarillo el otro.

En la tabla se presenta la resistencia eléctrica para diversas longitudes de alambre, tanto para los estopines eléctricos instantáneos (normales) como para los de retardo.

LONGITUD DEL ALAMBRE		RESISTENCIA (OHMS POR CÁPSULA)		CALIBRE ALAMBRES
Pies	Mts.			
2	0.61	1.17		22
4	1.22	1.23		
6	1.83	1.30		
8	2.44	1.37		
10	3.05	1.43		22
12	3.66	1.50		
16	4.88	1.63		
20	6.10	1.77		
24	7.32	1.90		20
30	9.14	1.73		
40	12.19	1.94		
50	15.24	2.15		
60	18.29	2.36		20
80	24.38	2.78		
100	30.48	3.20		
150	45.72	4.25		
200	60.96	5.30		20
250	76.20	6.35		
300	91.50	7.40		

Resistencia recomendable para el cálculo de conexiones de cápsulas detonantes eléctricas, normales y de retardo, con alambres de cobre.

Los estopines eléctricos tienen una corriente mínima y otra de diseño, la primera es aquella a partir de la cual puede ser suficiente para detonar el estopín, y la segunda la corriente con la que se asegura la detonación del mismo.



ESTOPINES	MÍNIMA	PARA DISEÑO
INSTANTÁNEOS	0.3 A	2.0 A
DE TIEMPO	0.4 A	2.0 A

Corriente de disparo mínima y de diseño

Los estopines de retardo pueden ser de milisegundos "MS" o los llamados Mark V.



Cebado de un cartucho de dinamita con estopín

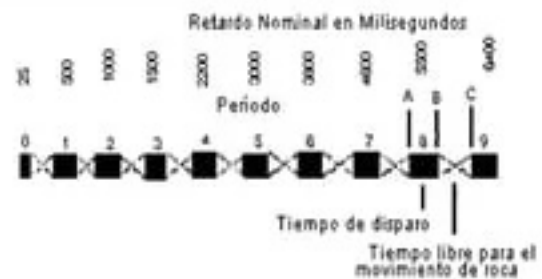
Estopines de retardo "MS".

Los estopines de retardo "MS" son los más ampliamente usados en canteras, trabajos a cielo abierto y proyectos de construcción.

Se pueden obtener en diez períodos, cuyos números indican el tiempo en milésimas de segundo que tarda en producirse un disparo, a continuación se mencionan: MS-25, MS-50, MS-75, MS-100, MS-125, MS-150, MS-175, MS-200, MS-250, y MS-300.

Estopines de retardo Mark V.

Los estopines de retardo Mark V se utilizan principalmente en trabajos subterráneos como túneles, galerías, pozos, etc. Se fabrican en diez períodos regulares de retardo: 0-25MS, 1-500MS, 2-1000MS, 3-1500MS, 4-2000MS, 5-3000MS, 6-3800MS, 7-4600MS, 8-5500MS Y 9-6400MS.



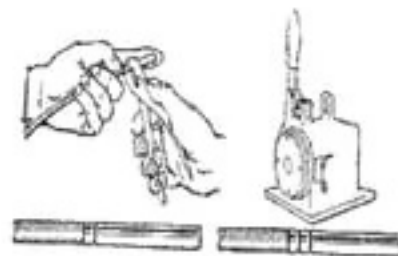
Indica los tiempos de disparo y los de movimiento de la roca entre períodos consecutivos.

En la figura se señala que todos los estopines de un mismo período de retardo disparan dentro de los límites de tiempo representados por las áreas negras correspondientes a ese período. Por ejemplo todos los estopines del 8º Período disparan en el tiempo representado entre las líneas A y B. Antes de cualquier estopín del 9º Período se dispare, deberá transcurrir el tiempo indicado entre las líneas B y C. Este intervalo es el tiempo que queda libre entre los períodos 8º y 9º. Para el movimiento de la roca. Esto no quiere decir que todos los estopines 8 disparen simultáneamente, estallarán unos después de otros, pero todos en el intervalo A-B.

Corrugadoras para fulminantes.

Hay dos tipos de corrugadoras: las pinzas corrugadoras y las máquinas corrugadoras. Con ambas, se pueden hacer hendiduras a los casquillos del fulminante cerca del extremo abierto de éste, logrando una unión firme e impermeable entre la mecha y el fulminante.

En la figura se muestra la izquierda la corrugadora manual para una hendidura y a la derecha una máquina cortadora y corrugadora de hendidura doble. También con la corrugadora manual se pueden hacer dos hendiduras.



Corrugadora manual y máquina corrugadora.

La compra de la máquina corrugadora sólo se justifica para operaciones donde diariamente se fijan una gran cantidad de fulminantes o donde hay puestos centrales para hacer este trabajo.



2.6. Cables Conductores y Carretes.

a. Cables conductores.

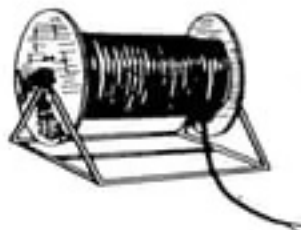
Los que se usan normalmente, deben reunir las siguientes condiciones o características.

Gran conductibilidad eléctrica.
Gran resistencia a la tracción.
Flexibilidad suficiente para ser arrollados con facilidad.
Poco peso.
Estanqueidad del conductor.
Dúplex del num.18

b. Carretes.

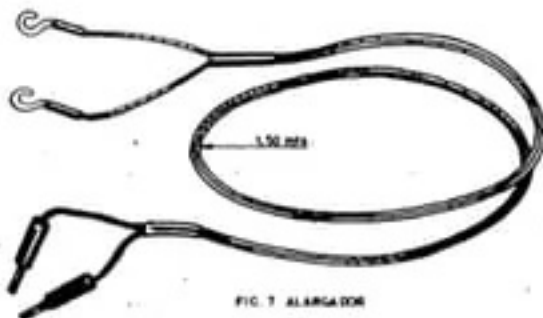
Son las bobinas donde quedan recogidos los cables conductores. Los que se usen en demoliciones submarinas por las UDS, deben reunir las condiciones siguientes:

Poco volumen.
Poco peso unitario.
Poca longitud de cable (300 metros aproximadamente).
Facilidad de empalmar unos con otros.
Posibilidad de flotación cargado.
Facilidad del tendido y enrollamiento del cable.



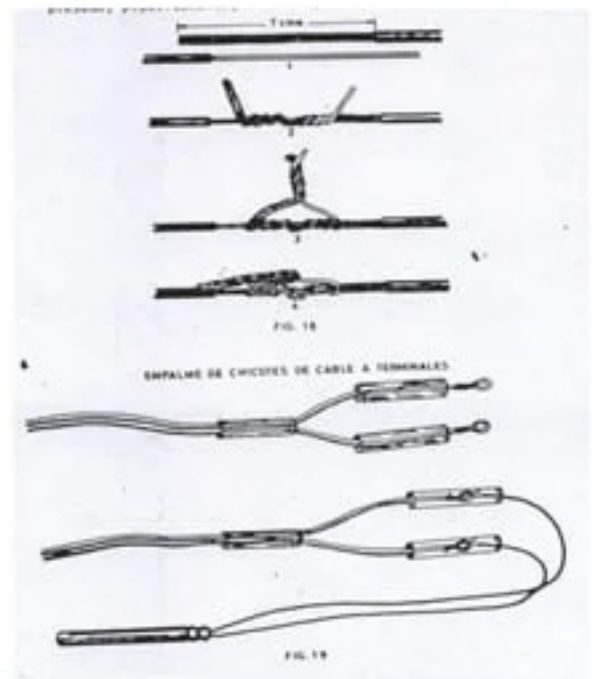
c. Alargador.

Es un trozo de cable conductor doble, cuyos extremos terminan parejamente en dos bananas para enchufar en el carretel y en dos terminales de horquilla para su ajuste en la fuente eléctrica.



2.7. Empalme de Conductores Eléctricos.

- Con los conectadores, se harán más rápidos los empalmes y se aíslan las uniones evitando derivaciones.
- Empalme de los conductores de la línea principal, o de la secundaria entre sí. En este caso, se procede como indica la Fig. 18, dándoles después, el aislamiento correspondiente.
- Empalme de la línea secundaria a la principal. Este caso, queda expresado, prácticamente, en fases, en la Fig. 19.



CAPÍTULO III

3. PROCEDIMIENTOS PARA ELABORAR TENDIDOS DE DEMOLICIÓN Y DETONACIÓN DE CARGAS.

3.1. Procedimiento para dar Fuego a las Cargas

Tendidos y manejos de artificios pirotécnicos.

A. Generalidades.

1. Estudiados con anterioridad, los artificios de fuego pirotécnicos y eléctricos y clasificados los encendidos en general, este tema, trata de la conjugación y empleo de estos medios, para conseguir la explosión de una o varias cargas y con ellas, obtener el fin propuesto.
2. Naturalmente, que existen numerosísimos procedimientos, para alcanzar este fin y unos artificios, con otros, pueden ser montados, acoplados, unidos, dispuestos y comprobados de muy diferentes formas, presentando aquí, únicamente, las de uso en las Unidades de Demolición Submarina, con la particularidad, además, de desinteresarse de su preparación para el empleo subacuático, o estanqueidad, motivo del Tema.

B. Tendido de demolición.

1. Es el conjunto desplegado sobre el terreno de varias cargas y artificios dispuestos para una explosión o voladura simultánea.
2. Atendiendo al material empleado en su constitución, se clasifican en:
 - a. Pirotécnico: El que se forma con el empleo de mechas lentas y rápidas.
 - b. Eléctrico: En el que todos sus componentes, son artificios eléctricos.
 - c. Mixto: Son los formados, con artificios eléctricos y mechas rápidas.
3. En la elección de unos u otros, influyen variadas circunstancias, tales como: Situación táctica, tiempo y medios disponibles, razones de seguridad, posición de las cargas, etc.

C. Manejo de mechas lentas.

Para su empleo, se adoptarán una serie de medidas de seguridad, ejecutando las siguientes operaciones:

1. Sanear la mecha: Consiste en desprejar, por mediación de un corte, 3 o 4 centímetros de su longitud, a partir del extrema o chicote, que no tengamos la seguridad de que ha sido cortado recientemente, evitando así, el trozo que la humedad haya podido estropear.
2. Comprobar velocidad: Cuando se desconozca la velocidad de combustión real de una unidad o rollo, es necesario cortar una cantidad determinada y comprobar, si arde dentro de los límites o características de su fabricación. Para determinar el largo de la mecha lenta se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Largo mecha (m)} = \frac{\text{Tiempo requerido (seg.)}}{\text{Velocidad de combustión (m /seg.)}}$$

3. Medirla: Medir cuidadosamente, la longitud necesaria, para producir el retardo deseado (y siempre conocido) en la explosión, no usando nunca, menos de medio metro. Ha de permitir al artificiero, retirarse sin ninguna precipitación.
4. Recorrerla: Examinar detenidamente, toda la longitud del trozo a emplear, para ver si se nota algún corte, interrupción o deterioro en la envuelta.
5. Cortarla: Efectuar con la tenacilla de minador, un corte recto y limpio del trozo.

D. Encendido de mechas lentas.

Normalmente, en las UDS, la inflamación de las mechas, se hará dentro de los encendidos submarinos, tanto en operaciones aéreas, como submarinas, si bien, en los trabajos que estas Unidades puedan hacer, será posible, encenderlas por los procedimientos siguientes:

1. Con mecheros de algodón o cigarrillos: Recién dado un corte, en el extremo que se va a encender, se presiona con los dedos, para hacer salir un poco del polvorín, teniendo cuidado de que el viento no lo



Vuele, o lo humedezca la lluvia, se le aplica la punta en ignición, libre de cenizas o

Residuos, de un cigarrillo o mecha de algodón de un chisquero.

2. Encendedor de seguridad: Este será el medio más empleado en estos casos.

a. Hecho el corte limpio del extremo de la mecha que queremos encender, se introduce hasta el fondo, venciendo la presión de los tres granetazos, que presenta el tubo de alojamiento y todo ello, sin haber desprendido la cinta de seguridad y después de haberse asegurado de que los dos cuerpos, giran, uno en el interior del otro, fácilmente. Con la tenacilla de minador, se engolleta el tubo de hojalata, para aprisionar la mecha, quedando listo para fuego.

b. Se quitará la seguridad, a la voz de "preparados para dar fuego" y a la de "fuego" se introduce suavemente, un cuerpo en el interior del otro, hasta que el rascador, alcance el fondo y suavemente también, se giran, con cortos desplazamientos rotatorios a la izquierda y derecha.

3. Con espoleta americana M-2:

Eventualmente, si se dispone de ellas en cantidad suficiente (es mucho más costosa que un. encendedor de seguridad), pueden encenderse las mechas, introduciéndolas hasta el fondo, después de haber quitado el tapón de goma de preservación, venciendo la resistencia de los retenes. Dando calor con los dedos y amasando la pasta, se va alargando ésta sobre la mecha, haciendo estanca la unión. A la voz de prepararse para hacer fuego, se hace girar el pasador que atraviesa la porta-percutor, de izquierda a derecha y viceversa, para facilitar su extracción, que se ejecuta a la voz de "fuego", quedándose con la anilla, para justificar la operación y manteniendo en la mano la espoleta, sin peligro alguno, mientras se realiza el fuego.

4. Con espoleta americana M-60: También, eventualmente, si se dispone de ellas, puede encenderse a mano, una vez introducido el extremo de mecha, tirando del frictor.

5. Con espoleta Ronton: No debe hacerse a mano este encendido de mecha y si eventualmente, es necesario ejecutarlo, se debe construir con ella, o bien, lastrarla y dar fuego a distancia, por medio de una cuerda o alambre alargador, una vez desenroscada la tuerca y desplazado el pasador de seguridad.

6. Con espoleta K: Igual que con la anterior y aún más peligroso, por el fraccionamiento que suele causar en la bakelita, la acción del fuego.

7. Con encendedor LECEA:

a. Plegar las patillas del pasador de seguridad, a la inversa de cómo se encuentran, hasta que toque una con otra y formen ambas una línea recta.

b. Sujetar el encendedor con una mano. Dar un enérgico tirón de la anilla, hasta extraer, totalmente, el pasador, con lo que el encendido se producirá.

En el caso de estar preparada la inflamación de varias mechas, por varios minadores, simultáneamente, a la voz de "retírense" suspenderán toda acción y se dirigirán al punto acordado, tanto si consiguieron, como si no, la inflamación, sin excusa alguna.

E. Empalme de mechas lentas.

Se procurará no hacer ninguno, empleando trozos de una sola pieza, pero eventualmente, solo se admite en trabajos y operaciones UDS, el indicado para el empleo submarino.

F. Unión de mecha a capsula.

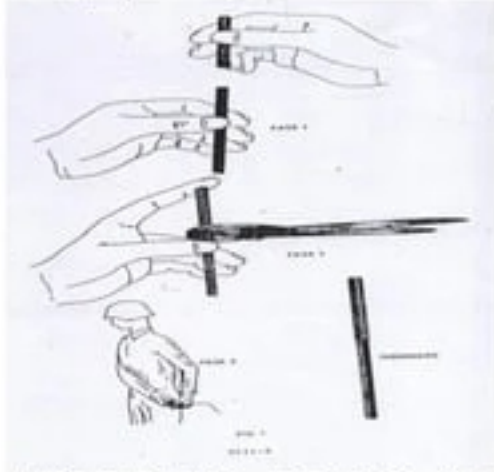
Para realizarla, es necesario hacer las operaciones que indica la figura siguiente, observando las siguientes precauciones:

1. Cortar el extremo de mecha lenta, dando un corte de sección normal y limpia.
2. Tomar en la mano derecha, la cápsula, mirando que en su interior no haya cuerpo extraño alguno.
3. Manteniendo en la mano derecha la cápsula, con el extremo abierto hacia abajo y en la izquierda la mecha lenta con el chicote hacia



Arriba, (fase 1) se efectúa la introducción de la mecha en la cápsula muy suavemente, sin forzar ni retorcer en absoluto, hasta que toque la capsulita de cobre interior, retirándola o separándola un milímetro aproximadamente.

4. A Continuación se mantiene el conjunto, según se indica (fase 2) y con la tenacilla de minador en la mano derecha, se aplica, a unos 5 milímetros del borde, la escotadura para engolletamiento, siendo muy importante verificar, que es esta escotadura y no la de corte, la que se aplica.



6. Todo el conjunto, con ambas manos, se pasa al costado izquierdo del minador, según se ve (fase 3) y comprobando que no hay próxima ninguna persona, se aprieta la tenacilla, despacio, no mirando en ningún momento hacia el conjunto.

G. Cebado de petardos.

Se llama así, a la operación de introducir la cápsula o cebo dentro del alojamiento del petardo. En las UDS, únicamente para trabajos de demolición aéreos, deben de usarse estos procedimientos de comunicar el fuego a las cargas, pudiendo ser:

1. Con cápsula y explosivo indeformable: Se toma con los dedos, precisamente la cápsula y no la mecha, introduciéndola suavemente, sin forzar en absoluto, dentro del alojamiento que presenta el petardo. Si éste, fuera pequeño debido a una ligera obturación de fabricación, con el escariador de la tenacilla, se abrirá lo suficiente para asegurar un íntimo contacto, entre la cápsula y el petardo.

2. Con cebo y explosivo indeformable: Se toma, igualmente, por la cápsula y nunca por los terminales, introduciéndolo con idénticas precauciones, asegurando después, mediante unos cotes, el cebo al petardo, impidiendo que el cebo, pueda sufrir tracción alguna, por su empalme con los terminales.



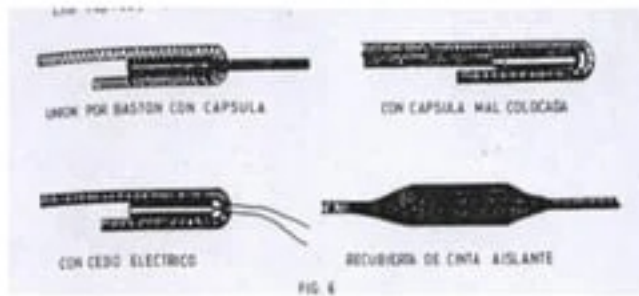
3. Con cápsula y explosivo plástico o deformable: Siguiendo las precauciones anteriores, las distintas fases, se indica claramente la operación, para cebar un petardo de dinamita.
4. Con cebo y explosivo plástico o deformable: Se procede de una manera intermedia, con un petardo de dinamita.

H. Detonación de mechas rápidas por cebos o capsulas.

Es el procedimiento normal, empleado en UDS, para la constitución de los iniciadores o "cargas iniciadoras", denominándose el sistema o empalme, "unión por bastón". La figura, nos muestra cómo se realiza y no deberá ser inferior a 15 centímetros, la longitud de la vuelta de mecha rápida, colocando la cápsula y mecha lenta, siempre en prolongación, se hace solidario este conjunto, con una envuelta de cinta aislante, no demasiado apretada, que coloca un auxiliar mientras el artificiero sostiene el Conjunto. Cuando se emplean cebos eléctricos, en lugar de cápsulas, hay que tener la precaución de acaballar sobre la mecha rápida, los dos terminales de cable eléctrico.

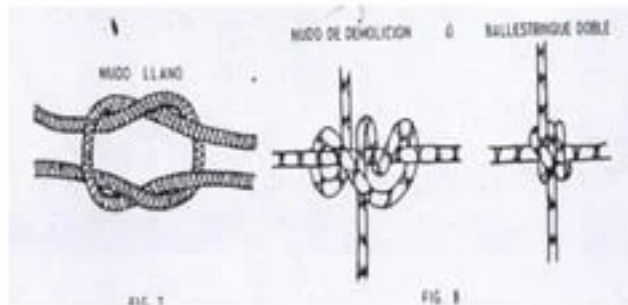
Empalmes de mechas rápidas.





Para hacer los empalmes de mechas rápidas, únicamente se emplean los siguientes nudos.

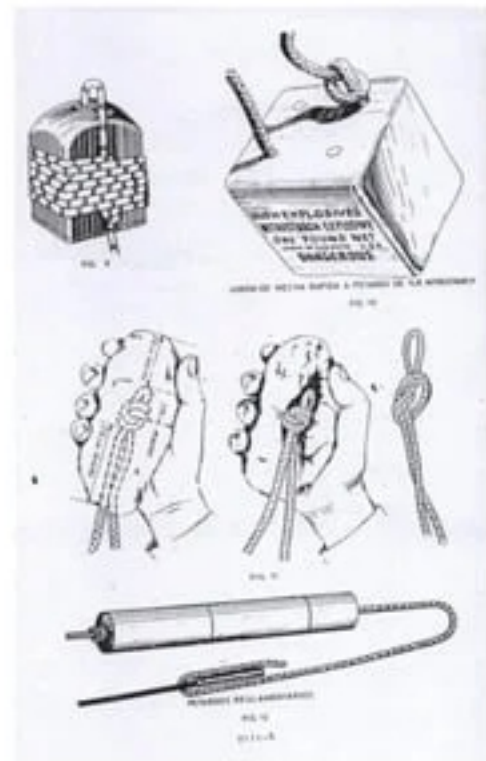
1. Llano: Sirve para empalmar los trozos de mechas rápidas que estén en prolongación, uno de otro. La distancia desde el seno al chicote del nudo, no debe ser inferior a los 15 cm.



2. Ballestingue doble o nudo de demolición: Sirve para empalmar el extremo de una mecha rápida a lo largo de otra, de modo que formen un ángulo que se procurará siempre, que tienda a ser de 90°.

Detonación de petardos con mecha rápida.

- a. Es el sistema normal de empleo en las UDS. Consiste en rodear, con una serie de vueltas, no inferior a cinco, el petardo, con mecha rápida, a la manera de un "entalingado", dejando un extremo libre que se denomina "derivación", para anudar a la mecha rápida que transporta el fuego, de carga a carga, y que se llama "maestra".
- b. En las figuras siguientes, se presentan casos particulares, para los petardos americanos de "nitrostarch", los explosivos "plásticos" y los petardos del "0 y 00" Reglamentarios en el Ejército.



3.2. Tendidos Eléctricos

A.- Generalidades.

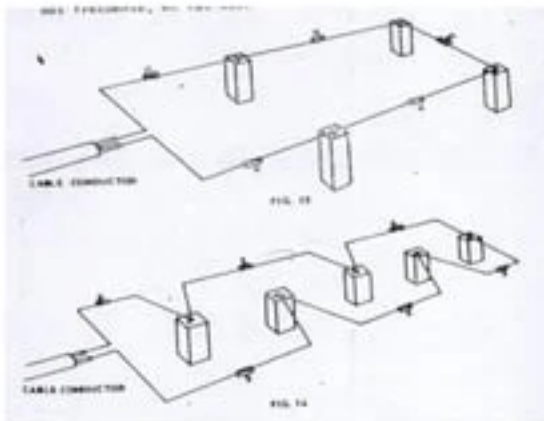
En general, se componen de una fuente de corriente o energía eléctrica, (un explosor en las UDS), un carretel para contener el cable o conductor eléctrico, que se denomina "línea principal" o "línea" simplemente, un alargador que sirve de unión a los dos anteriores y determinado circuito eléctrico, formado normalmente por los terminales" de los mismos cebos, incluidos éstos, que recibe el nombre de línea "secundaria".

3.3. Circuito en Serie

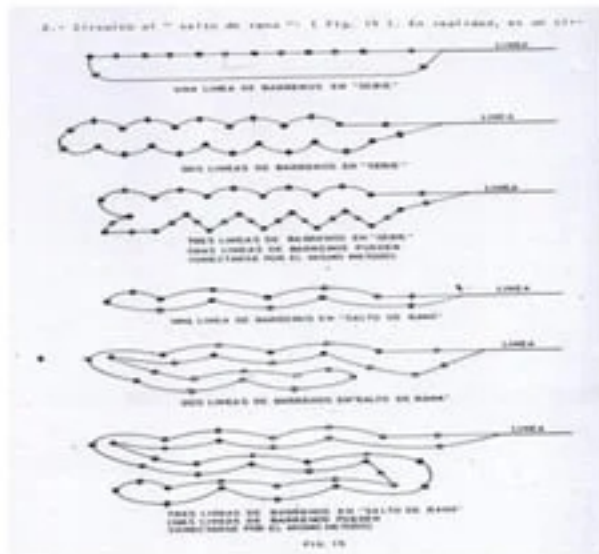
La línea secundaria puede montarse de diferentes formas, estableciendo circuitos, que reciben el nombre de:

- a. Circuito en "serie": La corriente total, que corre" por el conjunto, es la misma que pasa por cada cebo. Su intensidad debe ser la necesaria, para hacer detonar un cebo y la resistencia total, la suma de las resistencias interiores de los mismos. Por lo tanto, el circuito en serie necesita el máximo de tensión, con el mínimo de intensidad. Este circuito, es el de uso más frecuente, en las UDS.





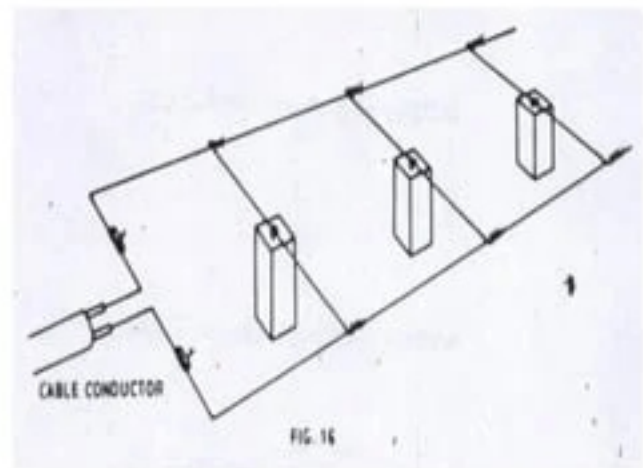
Diferentes circuitos eléctricos.



Circuito al "salto de rana".- En realidad es un circuito en serie, que puede prolongarse cuando se desee, sin necesidad de alargar uno de los conductores de la línea principal, según puede apreciarse en los circuitos de la Fig. Es de uso muy frecuente en las UDS.

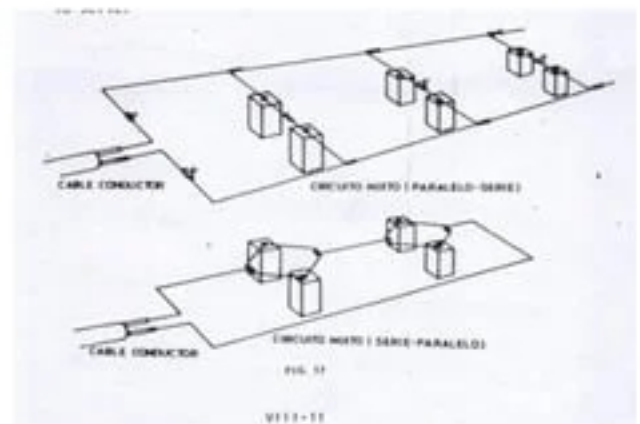
3.4. Circuito en Paralelo

Circuito "paralelo": También llamado en "derivación", su principal ventaja es, que una interrupción en un cebo no afecta a los demás, pero es muy poco usado en las UDS. Necesita gran intensidad de corriente, proporcionalmente al número de cebos que se conecten. La comprobación eléctrica de este circuito, no garantiza que todos los cebos estén conectados.



3.5. Circuito Mixto

Este circuito, prácticamente, no se usa en las UDS. En la figura, se nos da una clara idea del montaje. Existen dos tipos: Circuito serie-paralelo y circuito paralelo-serie.



3.6. Cálculo y Colocación de Cargas

Los factores clave para las operaciones de demolición militar son la cantidad de explosivos y su colocación. Para ayudar a los especialistas a llevar a cabo las demoliciones existen fórmulas para el cálculo de la cantidad de explosivos a emplear, así mismo los principios de la demolición y ciertos factores críticos utilizados para el análisis del objetivo también ayudaran al combatiente a trabajar con los explosivos. A continuación se explican los factores en los cuales se basan las formulas disponibles para los cálculos empleados en las demoliciones.



EFFECTOS DE LA DETONACIÓN.

Cuando un explosivo detona se transforma rápidamente en gas. La presión resultante forma una onda de choque que fragmenta y desplaza a los objetos en su paso. Un alto explosivo detonado

Directamente sobre un objetivo sólido produce tres efectos destructivos bien identificados.

1.- Deformación.

La onda de choque deforma la superficie del objeto ubicado directamente bajo la carga. Por ejemplo cuando la carga estalla en una superficie de concreto, desquebraja la superficie en contacto con la carga y forma con esto un cráter. Cuando la carga se coloca en una superficie de metal provoca una huella o depresión de similar al área de contacto de la carga.

2.- Rompedor.

La onda de choque fragmenta la superficie del objeto ubicado directamente bajo la carga. Si la carga es lo suficientemente grande, fragmentará el lado opuesto del objeto

3.-. Fracturas radiales.

Si la carga es lo suficientemente grande, la expansión de los gases puede crear una onda de presión en el objeto, que causará que se fracture la superficie y los fragmentos sean arrojados fuera del centro de la explosión.

Dimensiones de la carga.

La fuerza de la explosión depende de la cantidad de explosivo y su potencia. El efecto destructivo depende de la dirección en la que la fuerza explosiva es dirigida. Para transmitir la mayor onda explosiva, se debe de lograr una adecuada relación de superficie de contacto y espesor de la carga. Si se distribuye la carga calculada de forma que quede muy delgada, entonces se puede provocar que la onda de choque no tenga el espacio suficiente para desarrollar su velocidad total antes de impactar el objetivo. La onda de choque en cargas con una configuración errónea (muy delgada o residencia del objetivo equivocada) tiende a viajar paralela al objetivo en lugar de perpendicular, teniendo como resultado que el volumen del objetivo sea demasiado grande para la onda de choque resultante. Por otro lado en cargas demasiadas gruesas con una superficie de contacto muy pequeña, transmitirán una onda de choque sobre una superficie muy pequeña, con una gran pérdida de energía lateral.

Colocación de la carga.

El efecto destructivo de la carga también depende de la colocación de la carga en relación con el tamaño del objetivo, su forma y configuración, para obtener los efectos más

Destructivos se debe de detonar una carga colocada en el lugar y con la forma adecuada de acuerdo al objetivo. Los espacios llenados con agua y aire entre la carga y el objetivo disminuyen su potencia. Coloque los explosivos siempre que sea posible para que actúen contra las partes más pequeñas del objetivo. Use cargas internas para obtener mejores resultados con menores cantidades de explosivo. Atracando las cargas externas se obtienen mejores resultados.

3.7. Cálculos de Cargas.

a. Tipo y resistencia de los materiales del objetivo.

El objetivo puede ser de madera, acero o cualquier otro material. El concreto puede ser reforzado con acero, lo que aumenta la resistencia del concreto.

b. Tamaño, forma y configuración del objetivo.

Estas características influyen en la cantidad y tipo de explosivo requerido para la operación.

c. Efecto deseado de la demolición.

Se deben de considerar los alcances de la operación de demolición y otros efectos deseados como la dirección de caída de los árboles cuando se construyen obstáculos.

d. Tipo del explosivo.

Las características de cada explosivo determinan su aplicación en cada operación de demolición.

e. Tamaño y colocación de la carga.

Cuando se empleen cargas externas sin tomar en consideración las técnicas de colocación, moldear las cargas en forma cuadrada con una relación de espesor – radio de 1.3 cm. En general para cargas de menos de 2.5 kg. El espesor debe de ser de 2.5 cm. En cargas entre 2.5 y 20 kg. El espesor será de 5 cm. y para cargas de 20 kg. O más el espesor a utilizar será de 10 cm. Asegure las cargas a los objetivos con cinta, cable, pegamento o tela. Para rellenar los barrenos



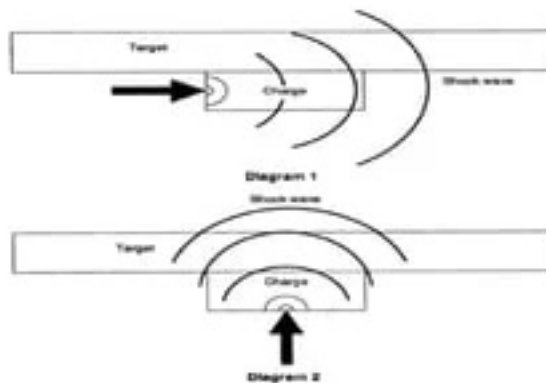
Emplee herramientas de madera o metal que no produzca chispa.

f. Método de atraque.

Cuando la carga no está confinada adecuadamente o cuando no se toman las precauciones para que el material que rodea a la carga este balanceado en todos lados, la fuerza de la explosión tenderá a escapar por el lugar más débil. Para mantener la mayor cantidad de la fuerza de la explosión en el objetivo, coloque material alrededor de la carga de forma que se llene cualquier espacio vacío que exista. A este material se le denomina material de atraque y al procedimiento se le llama atraque.

Dirección de la iniciación.

La cantidad de energía transmitida al objetivo está influenciada por la dirección en la que viaja la onda de choque a través del explosivo. Si la onda de choque viaja paralela al objetivo transmitirá menos energía que si viajara de forma perpendicular. Para mejores resultados inicie la carga en el centro de la cara opuesta a la cara en contacto con el objetivo.



Selección y cálculo de la carga.

La selección del explosivo para una operación de demolición debe de ser un balance entre los factores descritos anteriormente y los aspectos prácticos como: tipo del objetivo; cantidad y tipo de explosivos, material (como sacos térreos para atraque), equipo y personal disponible; y el tiempo disponible para completar la misión.

Cálculo.

Utilice el siguiente procedimiento para determinar el peso en kg. (P) del explosivo requerido para una tarea de demolición. En caso de que se emplee un explosivo diferente al TNT, se debe obtener la equivalencia para el explosivo que

se planea emplear, lo que se obtiene dividiendo el peso para TNT entre la relación explosiva (RE) del explosivo en cuestión. Emplee el procedimiento de los 6 pasos para resolver cualquier cálculo de carga explosiva:

- Determine las dimensiones críticas del objetivo.
- Calcule el peso de una carga de TNT, usando dos decimales y la fórmula adecuada (no redondee). Si los cálculos son para TNT salte el paso 4.
- Divida la cantidad de explosivo entre el factor re (use dos decimales y no redondee) si usa TNT salte este paso.
- Determine el número de paquetes de explosivo para una carga, dividiendo el peso de la carga entre el peso estándar del paquete del explosivo a emplear. Redondee este resultado. Para cargas especiales use volumen en lugar de peso.
- Determine el número de cargas por objetivo.
- Determine la cantidad total de explosivo requerido para destruir el objetivo multiplicando el número de cargas (5) por el número de paquetes requeridos por carga (4).

3.8. Cargas de Corte para Árboles

Los mejores explosivos para elaborar cargas de corte para madera, tanto internas como externas, son los explosivos plásticos. Este tipo de explosivos son buenos para colocar elaborar cargas internas ya que son se pueden rellenar fácilmente los barrenos. Una vez realizados los cálculos para determinar una carga es recomendable que se efectúen pruebas en la madera en la que se va a llevar a cabo la operación ya que hay variaciones de resistencia de un tipo a otro de madera.

Cargas internas atracadas. Emplee la siguiente fórmula para el cálculo de estas cargas.

$$K = \frac{D^2}{3,500}$$

Dónde:

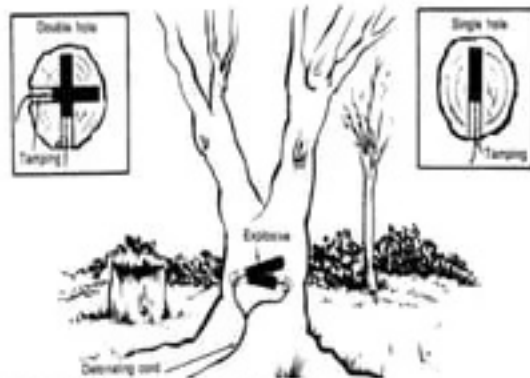
D = Diámetro del objetivo en centímetros.

K = TNT requerida en kilogramos.



Use un barreno para árboles de menos de 45 centímetros, para árboles de diámetro mayor use dos barrenos, colocados en ángulos rectos, sin unirse pero lo más cerca posible. Haga los barrenos de 5 centímetros de diámetro a una profundidad de dos tercios del diámetro del árbol. Procure moldear el explosivo al tamaño del barreno. Atrique las cargas rellenando los barrenos con arena o barro y

Cuando se empleen dos barrenos conecte las dos barrenos conecte las dos cargas con líneas de derivación y una caja de unión.



3.9. Cargas Externas sin Atraque

Para las cargas externas se recomienda que sean de forma rectangular, con 2.5 a 5 centímetros de espesor y del doble de ancho. Para colocarlas quite la corteza del árbol, en caso de que el tronco del árbol no tenga una forma circular o si la dirección de caída no es importante coloque la carga en la cara más ancha del tronco, de esta forma el poder de la explosión se concentrará en la parte con menor dimensión del tronco. Los árboles caerán hacia el lado donde se colocó la carga. Si el árbol está ladeado o hay viento y se necesita una dirección de caída específica coloque ½ kilogramo de explosivo (carga de patada) en el lado opuesto de donde se colocó la carga principal a dos tercios de la altura del árbol.

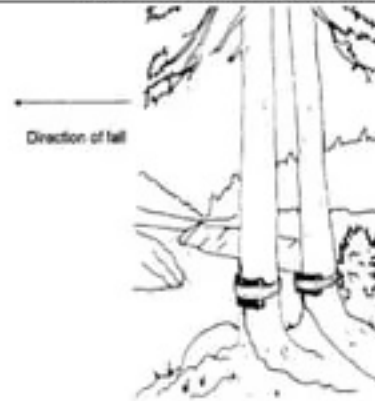
La carga principal y de patada se disparara simultáneamente por medio de líneas de derivación y caja de unión. Para mejores resultados cuando se use C4 oriente la carga horizontalmente. Utilice la siguiente fórmula para calcular las cargas externas en madera.

$$K = \frac{D^2}{560}$$

Dónde:

D = Diámetro del árbol en centímetros.

K = TNT requerido en kilogramos.

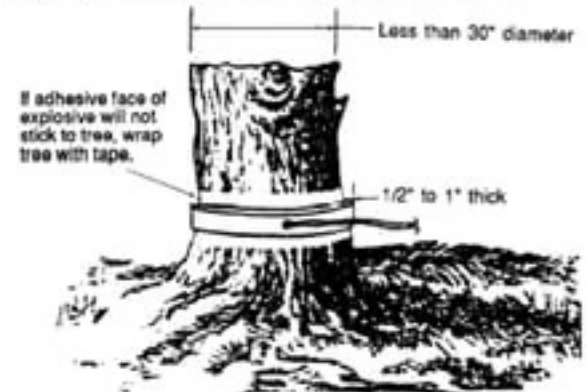


3.10. Cargas de Anillo

Es una banda de explosivos colocada completamente alrededor del tronco del árbol. La banda debe ser lo más ancha posible y de al menos 1.3 centímetros de espesor para árboles pequeños (menos de 2.5 centímetros) y de 2.5 centímetros para árboles medianos y grandes (hasta 76 centímetros). Se emplean cuando la eliminación del tronco es importante como pudiera ser la fabricación de campos de aterrizaje para helicópteros. Se emplea para su cálculo la fórmula de cargas externas. El anillo se ceba en dos puntos en lados opuestos, con líneas de derivación y se unen con cajas de unión.

3.11. Cargas bajo el Agua

Para el cálculo de estas cargas se utiliza la fórmula de cargas externas y la carga se coloca en el



objetivo del lado de la corriente y lo más profundo posible, con lo cual se maximiza el efecto de atraque

3.12. Cargas para Obstáculos

Los obstáculos de árboles caídos, son elaborados con árboles derivados que permanecen unidos en su base. Debido a las diferentes maderas



es necesario llevar a cabo pruebas. Para calcular la carga necesaria para efectuar las pruebas use la formula siguiente.

Dónde:

$$K = \frac{D^2}{700}$$

D = Diámetro del árbol en centímetros.

K = TNT requerida en kilogramos.

Colocación.

Las cargas de forma similar a las cargas externas pero a 1.5 mts. Sobre el nivel del terreno.

Consideraciones especiales.

- Verifique que el obstáculo cubra 75 mts.
- Los árboles deben tener al menos 60 centímetros de diámetro.
- Separación entre árboles de 3 a 4 mts.
- Caída de árboles a 45 ° con relación al enemigo.
- Dispare las cargas de los árboles de un lado a la vez.

3.13. Cargas de Corte para Acero

Configuración del objetivo.

La configuración del acero en las estructuras determina el tipo y tamaño de la carga necesaria para una demolición exitosa. Ejemplos de estructuras de acero son: vigas en forma de, secciones angulares, varillas, láminas empleadas en construcciones de puentes y edificios.

Material del objetivo.

El acero también se puede encontrar con diferentes configuraciones y resistencias además de su configuración.

a. Acero al alto carbón. Las cuñas y ruedas de metal normalmente están hechas de acero al alto carbón y son sumamente densas.

b. Aleación de acero. Los engranes, herramientas y arados, entre otros están fabricados usualmente de aleaciones de acero. De igual forma las cadenas y cables pueden ser de aleaciones, sin embargo algunas cadenas y cables también se

fabrican con acero al alto carbón. Las aleaciones de acero no son tan densas como el acero al alto carbón.

c. Acero colado. Los rieles de ferrocarril y tuberías están hechos de acero colado. El acero colado es muy brillante y se rompe fácilmente.

d. Acero con Níquel – molibdeno. Este tipo de acero no se puede cortar con facilidad con las cargas normales de corte. Con las cargas cónicas dirigidas podemos penetrarlo, pero para poder cortarlo se requiere de cargas múltiples o cargas lineales de corte. Se recomienda utilizar técnicas no explosivas para cortar este tipo de acero como pueden ser sopletes de acetileno o herramientas eléctricas.

Factores explosivos.

Para las cargas de corte para acero, el tipo, colocación y tamaño de los explosivos es importante. Normalmente no es posible o es impráctico confinar o atracar las cargas en objetivos de acero. Los factores siguientes son importantes y deben de tomarse en cuenta cuando se seleccionen las cargas de corte para acero.

Tipo.

Se debe de seleccionar una carga de corte que opere con el efecto de corte. Las cargas que operan con el principio de percusión no son efectivas para cortar acero. Los explosivos plásticos

como el C4 y las hojas explosivas son los mejores explosivos para cortar acero, gracias a su gran poder de corte y a que se pueden cortar y moldear fácilmente, para adaptarse a los ángulos y formas de los objetivos.

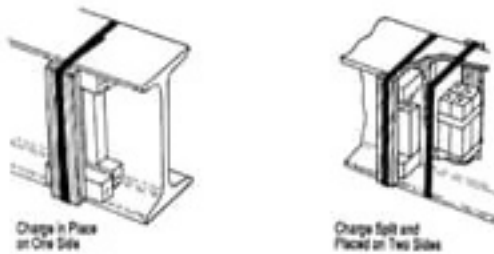
Colocación.

Para lograr los mejores resultados y la iniciación más efectiva, debemos de asegurarnos de lo siguiente.

- La carga está colocada de forma continua sobre toda la línea donde se desea el corte.
- Existe un contacto íntimo entre la carga y el objetivo.
- El ancho de la carga debe de estar entre 1 y 3 veces el espesor de la misma. No se deben de emplear cargas con espesores mayores a los 15 centímetros, ya que se logran mejores resultados incrementando el ancho en lugar del espesor.
- Las cargas de corte muy largas se deben de iniciar cada 1.2 a 1.5 mts.



- La dirección de la iniciación debe de ser perpendicular al objetivo.



Tamaño.

El tamaño de la carga está determinado por tipo de acero y tamaño del objetivo y por el tipo de carga escogida. Se puede usar indistintamente C4 o bloques de TNT para cortar acero. Cada configuración de acero requiere de un tamaño de carga único.

Cargas de bloque.

Las vigas tienen en algunos casos ángulos de unión entre las pestañas y el costado de la viga, este espesor extra en la pestañas se debe de considerar como la medida crítica de la pestaña y para el costado se utiliza el menor espesor. Para calcular el tamaño de la carga necesaria para cortar acero estructural como vigas, columnas, laminas y otras secciones estructurales se puede emplear la fórmula y tabla siguiente (cuando se calcula la carga de corte para vigas de acero, se debe de

Calcular por separado las pestañas superior, inferior y costado de la viga).

Dónde:

$$K = \frac{A}{38}$$

K= TNT requerida en kilogramos.

A= Área de la sección en cm²

Acero al alto carbón o aleación.

Para este tipo de acero emplearemos la siguiente fórmula para determinar el tamaño de la carga requerida.

$$K = \frac{D^2}{14}$$

Dónde:

K = TNT requerida en kilogramos.

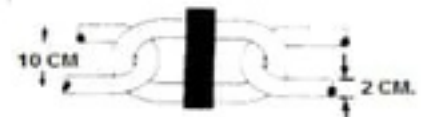
D = Diámetro de la sección en centímetros.

Barras de acero, cadenas y cables (hasta 5 cm. de diámetro).

Las dimensiones de estos materiales hacen que sea difícil la colocación de las cargas. Si la carga es lo suficientemente larga para puentear ambos lados del grillete, use una carga. Si la carga no es lo suficientemente larga para puentear entre los dos lados del grillete use dos cargas. Utilice las siguientes cantidades de explosivo.

- Para objetivos de hasta 2 cm. de diámetro use .5 kg. De explosivo.
- Para objetivos de 2 a 5 cm. de diámetro use 1 kg. De explosivo

SI LA CARGA EXPLOSIVA CRUZA

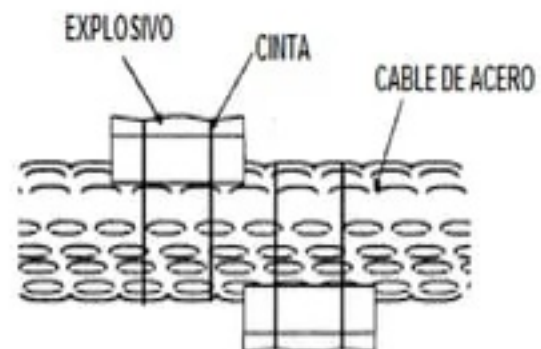


SINO, USE DOS CARGAS, UNA EN CADA LADO DE LA CADENA



Barras de acero, cadenas y cables (mayores de 5 cm. de diámetro).

Cuando el diámetro del objetivo es mayor a 5 cm. use la fórmula para cargas de corte en acero para determinar la carga a emplear. Cuando el diámetro es mayor de 7 cm. divida la carga por mitad y colóquela desfasada a ambos lados del objetivo, para obtener el mayor efecto de corte.

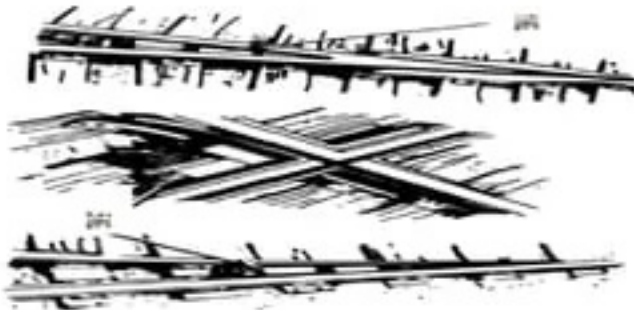


Rieles de ferrocarril.

La altura del riel se toma como la dimensión crítica para calcular la carga explosiva para cortar



un riel. Para rieles, cruces de vías y desviaciones de 12 cm. o más de alto utilice .5 kg. De explosivo C4 o TNT. Para rieles de menos de 12 cm. utilice 250 gramos de C4 o TNT. Coloque las cargas en puntos vulnerables como son curvas, desviaciones, cruce de vías.



3.14. Cargas Especiales de Corte

Las cargas especiales de corte (cinta, silla de montar, diamante) se pueden emplear cuando el tiempo y las circunstancias lo permiten, en lugar de las cargas normales de corte. Debido a que requieren de las medidas precisas del objetivo para obtener resultados óptimos, estas cargas pueden requerir de tiempo extra para su preparación.

Con un buen entrenamiento los especialistas pueden perfeccionar su técnica en la elaboración de estas cargas, de modo que lleguen a ser incluso más rápidas de preparar que las convencionales. Las cargas especiales de corte emplean una menor cantidad de explosivo que las convencionales. El explosivo más idóneo para elaborar este tipo de cargas son las hojas explosivas, el explosivo C4 también es muy útil sin embargo requerirá de más cortes y moldeo, con lo cual se reduce su densidad y por consiguiente su efectividad.

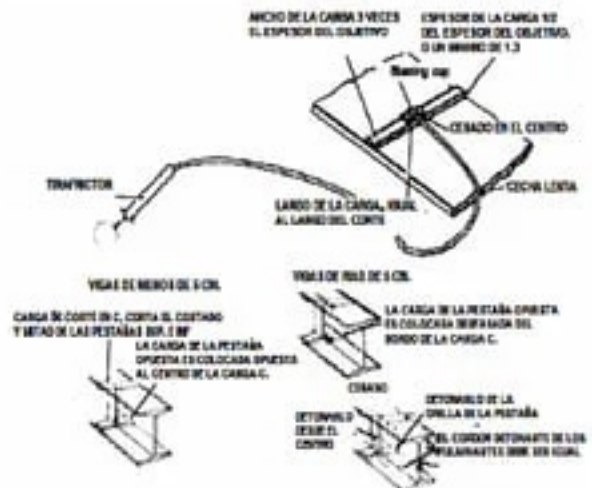
Las cargas especiales de corte son delgadas y requieren de fulminantes engarzados a líneas de derivación de cordón detonante para ser iniciadas.

Cargas de cinta.

Se emplean para cortar objetivos planos de acero hasta de 7.5 cm. de espesor. El cebado de la carga será en el centro y en caso de requerir cebados múltiples las líneas de derivación deben de tener la misma longitud. La carga se calcula de acuerdo a las siguientes reglas.

- El espesor de la carga es de la mitad del espesor del objetivo, pero nunca de menos de 1.3 cm.

- El ancho de la carga es 3 veces el espesor de la carga.
- La longitud de la carga debe ser igual a la longitud del corte deseado.



Cargas de silla de montar.

Cuando se detona este tipo de carga, se produce una fractura que comienza en la base de la carga (lado opuesto al punto de iniciación) del lado del objetivo donde se colocó ésta y cruza a través del objetivo hasta el lado opuesto. Este tipo de cargas se emplean en barras de acero templado, ya sean de forma cilíndrica, cuadrada o rectangular, de hasta 20 cm. de diámetro. La carga es de un espesor de 2.5 cm.

a. Dimensiones.

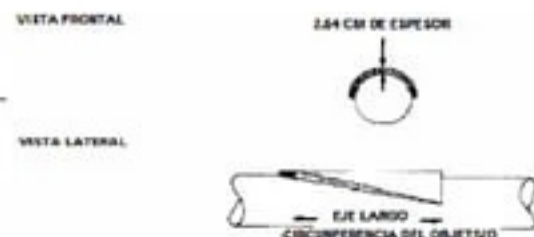
- El espesor será de 2.5 cm. invariablemente.
- El ancho de la base será igual a la mitad de la circunferencia o perímetro del objetivo.
- El largo del eje mayor será igual a la circunferencia o perímetro del objetivo.

b. Detonación.

La carga se detona colocando un detonador en el vértice del eje de la carga.

c. Colocación.

El eje mayor de la carga debe de estar paralelo con relación al eje del objetivo. Se debe de cortar la carga de acuerdo a la forma y dimensiones del objetivo. Asegúrese que la carga mantiene un contacto íntimo con el objetivo.



Carga de diamante.

Esta carga emplea el efecto destructivo que provocan dos ondas de choque al colisionar. Esto se produce al detonar la carga en dos puntos opuestos. Estas cargas se emplean en barras de acero al alto carbón o aleaciones de hasta 20 cm. de diámetro.

a. Dimensiones.

- El espesor será invariablemente de 2.5 cm.
- El eje mayor será de igual a la circunferencia del objetivo.
- El eje menor será de igual a la mitad de la circunferencia del objetivo.

b. Colocación.

Coloque la carga alrededor del objetivo de forma que los extremos del eje mayor se toque, es probable que tenga que aumentar un poco esta distancia para poder hacerlo. Utilice cinta adhesiva para asegurar un contacto íntimo con el objetivo.

d. Cebado.

- Ceba la carga utilizando dos líneas de derivación de cordón detonante con cualquiera de los siguientes métodos.
- Nudos de cordón detonante.
- Circuito en serie con dos estopines.
- Dos fulminantes.
- Cuando se empleen nudos de cordón detonante o dos fulminantes la longitud de las líneas de derivación debe ser igual.

Apéndice A.

Appendix B Metric Charge Calculations

B-1. Equivalent Metric Weights for Standard Explosives. NATO requirements make metric conversions necessary. The following formulas are metric equivalents for charge calculations. Table B-1 lists the metric equivalents for standard US Army demolition charges.

Table B-1. Standard US demolition charges (metric equivalents)

Explosive	Wt (Pounds)	Detonation Velocity		RE Factor	Weight (Metric) (Kilograms)
		M/sec	ft/sec		
TNT	0.25	6,300	22,600	1.00	0.113
	0.50	6,300	22,600	1.00	0.227
	1.00	6,300	22,600	1.00	0.454
M2 Tetryl	2.00	7,000	22,800	1.00	1.134
M3 Comp C2 w C3	0.25	7,600	25,000	1.34	1.021
M3A1 Comp C4	2.00	8,340	26,400	1.34	1.134
M112 Bluck (C4)	1.25	8,340	26,400	1.34	0.567
M118 Bluck (PETN)	2.00	7,540	25,000	1.14	0.907
M118 Short (PETN)	0.25	7,540	25,000	1.14	0.112
M188 Red (PETN)	20.00	7,540	25,000	1.14	11.34
Ammonium Nitrate	40.00	3,400	11,200	0.42	18.14
M1 Dynamite	0.50	6,100	20,000	0.60	0.227
M2A4 Shaped Charge	15.00	NA	NA	NA	6.80
M2A1 Shaped Charge	40.00	NA	NA	NA	18.14
M100 Assembly	NA	NA	NA	1.34	0.27

B-2. Timber-Cutting Formula. The formulas on the following pages are examples of charge calculations converted to their metric equivalents.

VISTA SUPERIOR

VISTA LATERAL

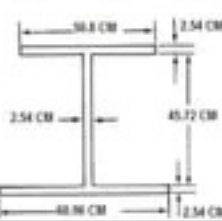
ESCI

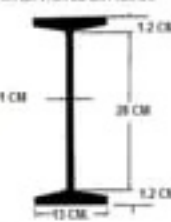


Ejemplos de cálculos de cargas explosivas.

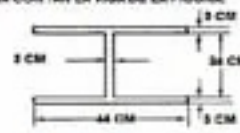
PROBLEMA: DETERMINE LA CANTIDAD DE C4 REQUERIDO PARA CORTAR UN ARBOL DE 76.2 CM DE DIAMETRO, USANDO UNA CARGA DE CORTE INTERNA.	
PASO 1	OBTENGA LAS DIMENSIONES CRÍTICAS
PASO 2	CALCULO PARA TNT $K = \frac{D^2}{3,500} = \frac{76.2^2}{3,500} = \frac{5,806.44}{3,500} = 1.66 \text{ KILOS DE TNT}$
PASO 3	DIVIDA POR EL FACTOR RE SI SE REQUIERE $\frac{K}{RE} = \frac{1.66}{1.34} = 1.24 \text{ KILOS DE C4}$
PASO 4	DIVIDA POR EL PESO DEL PAQUETE Y REDONDEE PARA ARRIBA HASTA EL SIGUIENTE PAQUETE ENTERO $\frac{K}{S} = \frac{1.24}{.5} = 2.48 \text{ PAQUETES DE C4, REDONDEADOS ARRIBA 3 PAQUETES}$
PASO 5	CALCULE # CARGAS UN ARBOL = UNA CARGA
NOTA: SE DEBE DISTRIBUIR LA CARGA EN DOS BARRENOS PORQUE EL ARBOL TIENE UN DIAMETRO MAYOR DE 45 CENTIMETROS	
PASO 6	CALCULE EL TOTAL DE EXPLOSIVOS PASO 4 X PASO 5 = TOTAL DE PAQUETES = 3 X 1 = 3 PAQUETES DE C4
SOLUCIÓN: PARA CORTAR UN ARBOL CON UN DIAMETRO DE 76.2 CENTIMETROS, SE REQUEREN 3 PAQUETES DE C4, COLOCADOS EN 2 BARRENOS	

PROBLEMA: DETERMINE LA CANT. DE TNT REQUERIDA PARA CORTAR UN ARBOL DE 76 CM. DE DIAMETRO USANDO UNA CARGA DE CORTE EXTERNA.	
PASO 1	OBTENER DIMENSIONES CRÍTICAS D= 76 CM.
PASO 2	CALCULO PARA TNT $K = \frac{D^2}{840} = \frac{76^2}{840} = \frac{5,776}{840} = 6.88 \text{ KILOS DE TNT}$
PASO 3	DIVIDA POR FACTOR RE SI SE REQUIERE $\frac{K}{RE} = \frac{6.88}{1} = 6.88 \text{ KILOS DE TNT}$
PASO 4	DIVIDA POR EL PESO DEL PAQUETE Y REDONDEE HASTA EL SIGUIENTE PAQUETE ENTERO $\frac{K}{S} = \frac{6.88}{.21} = 32.76 \text{ REDONDEADO AL ENTERO PROXIMO 33 PAQ. DE TNT}$
PASO 5	CALCULE EL # DE CARGAS UN ARBOL = UNA CARGA
PASO 6	CALCULE EL TOTAL DE EXPLOSIVOS PASO 4 X PASO 5 = TOTAL DE PAQUETES = 33 X 1 = 33 PAQUETES DE TNT
SOLUCIÓN: PARA CORTAR UN ARBOL CON UN DIAMETRO DE 76 CM., USANDO UNA CARGA EXTERNA, SE REQUEREN 33 PAQUETES DE TNT.	

USANDO LA FORMULA	
$K = \frac{A}{38}$ DETERMINE LA CANTIDAD DE C4 REQUERIDO PARA CORTAR DOS VIGAS COMO LA QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA. 	
Step 1	OBTENER LAS DIMENSIONES CRÍTICAS: A. CARA SUP. 50.8 X 2.54 = 129.03 CM ² B. CARA MEDIA 45.72 X 2.54 = 116.13 CM ² C. CARA INF. 40.76 X 2.54 = 103.54 CM ²
Step 2	CALCULO PARA TNT: A. CARA SUP. 50.8 X 2.54 = 129.03 CM ² B. CARA MEDIA 45.72 X 2.54 = 116.13 CM ² C. CARA INF. 40.76 X 2.54 = 103.54 CM ² D. TOTAL DE CM ² = 400 CM ² $K = \frac{A}{38} = \frac{400}{38} = 10.53 \text{ KILOS DE TNT}$
Step 3	DIVIDA POR EL FACTOR RE. $\frac{K}{RE} = \frac{10.53}{1.34} = 7.86 \text{ KILOS DE C4}$
Step 4	DIVIDA ENTRE EL PESO DEL PAQUETE Y REDONDEE AL ENTERO SIGUIENTE: $\frac{K}{S} = \frac{7.86}{.5} = 15.72$ REDONDEADO A 16 PAQUETES DE C4
Step 5	CALCULE EL NUMERO DE CARGAS: DOS VIGAS = DOS CARGAS
Step 6	CALCULE EL TOTAL DE EXPLOSIVOS: PASO 4 X PASO 5 = 16 X 2 = 32 PAQUETES DE C4
PARA CORTAR DOS VIGAS SE REQUEREN DE 32 PAQUETES DE C4.	

PROBLEMA: USANDO LA TABLA PARA CALCULO DE CARGAS DE CORTE EN METAL DETERMINE LA CANTIDAD DE C4 REQUERIDO PARA CORTAR LA VIGA DE LA FIGURA.	
$K = \frac{A}{38}$  AREA DE LA PESTAÑA = 2 X 1.2 X 13 = 31.2 CM² AREA DEL COSTADO = 1 X 28 = 28 CM² AREA TOTAL (A) = 59.2 CM²	
Step 1	OBTENER LAS DIMENSIONES CRÍTICAS: A. PESTAÑA SUP. 13 X 1.2 CM B. COSTADO 28 X 1 CM C. PESTAÑA INF. 13 X 1.2 CM
Step 2	CALCULO DE TNT: A. PESTAÑA SUP. 13 X 1.2 = 31.2 CM ² B. COSTADO 28 X 1 = 28 CM ² C. PESTAÑA INF. 13 X 1.2 = 31.2 CM ² D. TOTAL = 89.9 CM ²
Step 3	DIVIDA POR EL FACTOR RE, SI SE REQUIERE $\frac{K}{RE} = \frac{89.9}{1.34} = 66.34 \text{ KILOS DE C4}$
Step 4	DIVIDA POR EL PESO DEL PAQUETE Y REDONDEE AL ENTERO SIGUIENTE: $\frac{K}{S} = \frac{66.34}{3.80} = 17.46 \text{ REDONDEADO AL ENTERO SIGUIENTE 18 PAQ. DE C4.}$
Step 5	CALCULE EL # DE CARGAS: UNA VIGA = UNA CARGA
Step 6	CALCULE EL TOTAL DE EXPLOSIVOS: PASO 4 X PASO 5 = 18 X 1 = 18 PAQUETES DE C4
SOLUCIÓN: PARA CORTAR LA VIGA SE REQUEREN 18 PAQUETES DE C4.	

PROBLEMA: UTILIZANDO UNA CARGA DE CORTE, DETERMINE LA CANTIDAD DE C4 PARA CORTAR LA LAMINA DE ACERO DE LA FIGURA.	
	
PASO 1	OBTENER LAS DIMENSIONES CRÍTICAS: A. LARGO DEL CORTE 40 CM. B. ESPESOR DEL VOLUMEN: 1.2 CM
PASO 2	CALCULO PARA TNT: A. ESPESOR = 1.2 X 40 CM (CORTADO) = 48 CM ² B. ANCHO = 3 X ESPESOR CARGA = 3.6 CM ² C. LARGO LARGO DEL CORTE = 40 CM ² D. VOLUMEN = 3.6 X 40 = 144 CM ² = 144 X 100 = 14,400 CM ³ CUBICADO
PASO 3	DIVIDA POR FACTOR RE SI SE REQUIERE: NO SE REQUIERE PORQUE NO SE USA C4 NI HAY EQUIVALENCIA
PASO 4	DIVIDA ENTRE EL PESO DEL PAQUETE Y REDONDEE AL ENTERO SIGUIENTE: $\frac{K}{S} = \frac{14,400}{3,800} = 3.79$ REDONDEADO AL ENTERO SIGUIENTE = 4 PAQUETES
PASO 5	CALCULE EL NUMERO DE CARGAS: UNA LAMINA = UNA CARGA
PASO 6	CALCULE EL TOTAL DE EXPLOSIVOS: PASO 4 X PASO 5 = TOTAL DE PAQUETES = 4 X 1 = 4 PAQUETES
SOLUCIÓN: SE REQUEREN 4 PAQUETES DE C4 PARA CORTAR UNA LAMINA DE ACERO CON UNA CARGA DE CORTE.	

PROBLEMA: UTILIZANDO UNA CARGA DE CORTE, DETERMINE LA CANTIDAD DE C4 REQUERIDO PARA CORTAR LA VIGA DE LA FIGURA.	
	
PASO 1	OBTENER LAS DIMENSIONES CRÍTICAS: A. PESTAÑA SUP. 44 X 3 = 132 CM ² B. COSTADO 34 X 1 = 34 CM ² C. PESTAÑA INF. 44 X 3 = 132 CM ²
PASO 2	CALCULO PARA TNT: A. ESPESOR = 3 X ESPESOR CARGA = 3 CM ² B. ANCHO = 3 X ESPESOR CARGA = 3 CM ² C. LARGO = TOTAL DEL CORTE = 41 + 41 = 82 CM ² D. VOLUMEN = 3 X 82 = 246 CM ² = 246 X 100 = 24,600 CM ³ CUBICADO
PASO 3	DIVIDA POR EL FACTOR RE SI SE REQUIERE: NO SE REQUIERE PORQUE NO SE USA C4 NI HAY EQUIVALENCIA
PASO 4	DIVIDA ENTRE EL PESO DEL PAQUETE Y REDONDEE AL ENTERO SIGUIENTE: $\frac{K}{S} = \frac{24,600}{3,800} = 6.47$ REDONDEADO AL ENTERO SIGUIENTE = 7 PAQUETES
PASO 5	CALCULE EL NUMERO DE CARGAS: UNA VIGA = UNA CARGA
PASO 6	CALCULE EL TOTAL DE EXPLOSIVOS: PASO 4 X PASO 5 = TOTAL DE PAQUETES = 7 X 1 = 7 PAQUETES DE C4
SOLUCIÓN: SE REQUEREN 7 PAQUETES DE C4 PARA CORTAR LA VIGA, UTILIZANDO UNA CARGA DE CORTE.	



CAPÍTULO IV

4. TÉCNICAS DE DEMOLICIÓN SUBMARINA

4.1. Tendidos de Demolición Submarina

Este Tema, es de gran importancia para DEMOLICIONES SUBMARINAS. En él se condensan los procedimientos de mayor garantía, que son el resultado de innumerables pruebas realizadas en las Unidades de Demolición Submarina. Fácilmente se comprende que el producir un material especial para este fin minoritario, es sumamente costoso y ni aun en los países más ricos, se ha realizado. Es necesario utilizar el material común, en esta específica misión de empleo, haciéndolo apto bajo el agua, mediante las estanqueidades imprescindibles, conseguidas de la manera más simple y general para todas ellas.

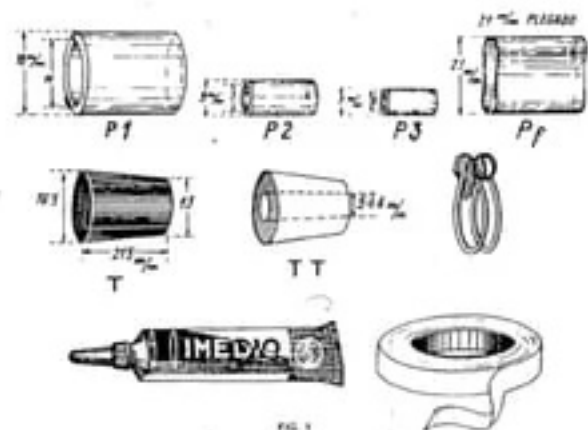
PROBLEMA: DETERMINAR LA CANTIDAD DE C-4 REQUERIDO PARA CORTAR UNA BARRA DE ACERO DE 10 CM DE DIÁMETRO USANDO UNA CARGA DE SELLA DE MONTAJE.	
PASO 1	OBTENER LAS DIMENSIONES CRÍTICAS: a. DIÁMETRO DEL OBJETIVO: 10 CM b. CIRCUNFERENCIA: $3.14 \times 10 = 31.42$ CM
PASO 2	CALCULO PARA TNT: a. ESPESOR: 2.5 CM b. ANCHO DE LA BASE: 10 (CIRCUNFERENCIA OBJETIVO) + 20.2 CM c. LUG. MAYOR: CIRCUNFERENCIA DEL OBJETIVO + 36.52 CM d. VOLUMEN TOTAL: 10 (ESPESOR X BASE X LUG. MAYOR) = 361.02
PASO 3	DIVIDA ENTRE FACTOR DE SI SE REQUIERE: NO SE REQUIERE PORQUE SÓLO SE USA C-4 NO EXPLOSIVO.
PASO 4	DIVIDA POR EL VOLUMEN DEL PAQUETE Y REDONDEA AL ENTERO SIGUIENTE: $N = \frac{\text{VOLUMEN CARGA}}{\text{VOLUMEN PAQ.}} = \frac{361.02}{270} = 1.33$ REDONDEADO AL ENTERO SIGUIENTE PAQUETES DE C-4
PASO 5	CALCULO EL NUMERO DE CARGAS: UNA BARRA = UNA CARGA
PASO 6	CALCULO EL TOTAL DE EXPLOSIVO: PASO 4 X PASO 1 = TOTAL DE PAQUETES = 10 X 1 = 10 PAQUETES DE C-4
SOLUCIÓN: SE REQUIEREN 10 PAQUETES DE C-4 PARA CORTAR UNA BARRA DE ACERO USANDO UNA CARGA DE SELLA DE MONTAJE.	

PROBLEMA: DETERMINAR LA CANTIDAD DE C-4 REQUERIDO PARA CORTAR UNA BARRA DE ACERO AL ALTO CARBON DE 23 CM DE DIÁMETRO USANDO UNA CARGA DE DIABOLITO.	
PASO 1	OBTENER LAS DIMENSIONES CRÍTICAS: a. DIÁMETRO OBJETIVO: 23 CM b. CIRCUNFERENCIA: $3.14 \times 23 = 72.22$ CM
PASO 2	DETERMINAR LAS DIMENSIONES DE LA CARGA: a. ESPESOR: 14 CM b. LUG. CORTO: 13 (CIRCUNFERENCIA OBJETIVO) + 26.11 c. LUG. LARGO: CIRCUNFERENCIA OBJETIVO + 72.22 d. VOLUMEN TOTAL: 12 (ESPESOR X LUG. CORTO X LUG. LARGO) = 594.02
PASO 3	NO ES NECESARIO SACAR EQUIVALENTIA PORQUE LA FORMULA ESTA COMPUTADA PARA C-4.
PASO 4	DIVIDA POR EL VOLUMEN DEL PAQUETE Y REDONDEA: $N = \frac{\text{VOL. CARGA}}{\text{VOL. PAQ.}} = \frac{594.02}{270} = 2.19$ REDONDEADO AL ENTERO SIGUIENTE 3
PASO 5	DETERMINAR EL NUMERO DE CARGAS REQUERIDAS: UNA BARRA = UNA CARGA
PASO 6	DETERMINAR EL TOTAL DE PAQUETES REQUERIDOS: PASO 4 X PASO 5 = 3 X 1 = 3 PAQUETES
SOLUCIÓN: PARA CORTAR UNA BARRA DE ACERO AL ALTO CARBON DE 23 CM DE DIÁMETRO NECESITO 3 PAQUETES DE C-4.	

Problema: determine la cantidad de cargas de cráter y paquetes de c-4, requeridos para crear un cráter deliberado de 140 pies de longitud.	
paso 1	obtener las dimensiones críticas: largo del cráter (L) = 140 pies
paso 2	Calcular para TNT: a. barrenos de 7 pies = 80 barrenos b. barrenos de 5 pies = 40 barrenos + 1 libra para sellado.
paso 3	divida entre el factor de, si se requiere: No se requiere.
paso 4	divida por el peso/volumen del paquete y redondee al entero superior: a. barrenos de 7 pies = 2 cargas de cráter. b. barrenos de 5 pies = 1 carga de cráter y un paquete de c-4.
paso 5	calcule el número de cargas: $N = \frac{L-16}{5} + 1 = \frac{140-16}{5} + 1 = 27 \text{ Hols}$ $27/2 = 13.5$, redondee arriba a 14 para barrenos de 7 pies. atado 13 para barrenos de 5 pies.
paso 6	calcule el total de explosivo: a. barrenos de 7 pies = 2 cargas x 14 barrenos = 28 cargas de cráter. b. barrenos de 5 pies = 1 carga x 13 barrenos = 13 cargas y 13 paquetes de c-4. Total = 41 cargas de cráter y 13 paquetes de c-4.
Solución: se necesitan 41 cargas de cráter y 13 paquetes de c-4 para crear un cráter Deliberado de 140 pies de longitud.	

A. ACCESORIOS PARA ESTANQUEIDAD.

Los materiales que se emplean para hacer estancos los artificios y algunas cargas, son los



siguientes.

1. Tubos plásticos: En sus cuatro especificaciones:
 - a. (P-1) Tubo de plástico transparente de las características marcadas en la figura.
 - b. (P-2) Tubo de plástico transparente de las características marcadas en la figura.
 - c. (P-3) Tubo de plástico transparente de las características marcadas en la figura.
 - d. (P-F) Tubo de plástico transparente de pared muy fina que le permite una gran flexibilidad.



2. Abrazaderas precisión: Sirve cualquier modelo de los empleados en la industria del automóvil, con preferencia el señalado en la figura, de dimensiones de 16/18 mm.
3. Pegamento lmedio: Cualquier tamaño y especificación sirve, pero de ser posible, emplear el tamaño gigante para usos industriales y en la especificación banda azul

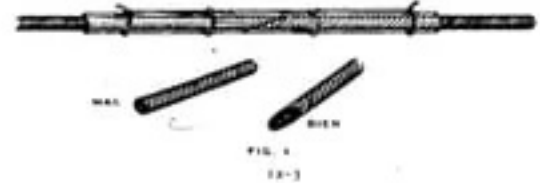
B. ESTANQUEIDAD DE MECHAS LENTAS.

Las mechas, por construcción, tienen una envuelta más o menos impermeables tratando de proteger ánima de polvorín de la humedad y sólo los corte extremos, son verdaderamente vulnerables a ésta, pero para la modalidad empleo submarino puede decirse, que únicamente tienen utilidad la mecha lenta P.I. y la submarina de la UERT y en el caso de emplear cualquier otra de las nacionales, precisaría de un tratamiento de estanqueidad, que puede ser:

1. Impregnar o bañar toda la mecha en pegamento o disolución de la empleada para pegar parches en los neumáticos, dejándola secar.
2. Pintar toda la mecha, con pintura plástica de disolución por agua, bastante espesa. Este procedimiento es seguro, pues la pintura es flexible, impermeable y puede dársele el color distintivo conveniente, pero necesita de un proceso de secado, de unos veinte días, para que no se desprenda en las inmersiones largas.
2. También, para la utilización de mechas lentas bajo el agua, hay que tener en cuenta, la aceleración de fuego que sufren bajo el efecto de presión (ataque con yeso, cemento, etc.), en este caso la hidrostática y que es necesario incrementar al cálculo, para lo que servirá de guía.

C. UNIÓN ESTANCA DE MECHAS LENTAS.

Normalmente, nunca se empleará esta unión o empalme entre mechas lentas, para retardos submarinos, utilizándola en trozos enteros de la longitud necesaria. No obstante el único procedimiento admisible consiste en:



1. Cortar las mechas en bisel, con un ángulo aproximado al de la figura, con el fin de que el área de contacto entre los polvorines, sea el mayor posible.
2. Introducir unos 3 centímetros de mecha lenta, en un tubo de plástico, de una longitud total de 15 a 20 centímetros y en esta posición, se le aplica pegamento a la mecha y se continua introduciendo, hasta alcanzar el punto central del plástico, retorciéndola dentro de él, para extender el pegamento.
3. Igual operación se efectúa con el otro extremo, procurando que los cortes en bisel, se enfrenten en el más íntimo contacto.
4. Antes de que el pegamento seque, se procurará dar una ligada en los extremos.

D. UNIÓN ESTANCA DE CÁPSULA – MECHA LENTA.

Tres son los procedimientos admisibles:

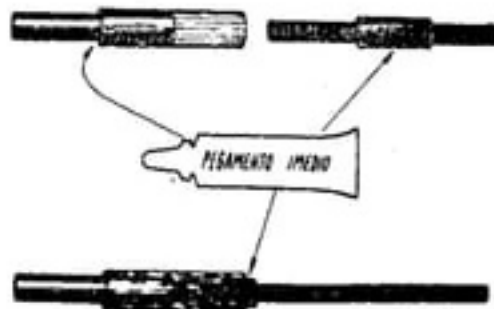
1. Por tubo de plástico largo: Se aplica pegamento en la mitad exterior de la longitud de la cápsula, a partir de su extremo que está abierto, encapillándole un tubo de plástico. A continuación, se procede a la introducción de la mecha en el plástico y alojamiento de la cápsula, de similar manera a la efectuada para "unión estanca de mechas lentas", con las diferencias de que el corte ha de ser en sección recta y que se retorcerá únicamente hasta que la mecha alcance el extremo abierto de la cápsula.



2. Por tubos de plástico cortos: Este procedimiento, se realiza de la siguiente manera:



- a. Se encapilla un tubo de plástico, de unos 5 centímetros de largo, sobre la cápsula, como se ha indicado anteriormente.
- b. Se aplica pegamento, al extremo de la mecha, en el corte inclusive, introduciéndola en un tubo de plástico de unos 2 centímetros de largo y a continuación se corta con la tenacilla, el extremo, para eliminar el pegamento del polvorín, dejando un extremo libre, igual, o unos milímetros superior a la longitud que se ha de alojar dentro de la cápsula.

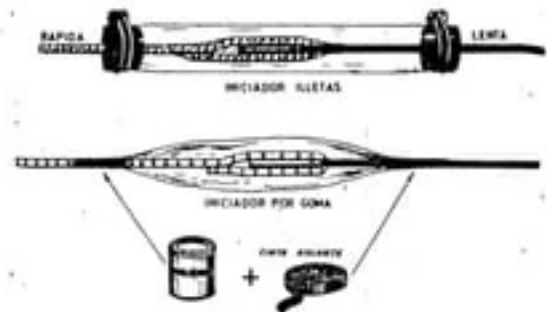


- c. Se aplica pegamento sobre el plástico encapillado sobre la mecha lenta y con cuidado, se introduce en el otro tubo, dejándolo secar.
3. Con pegamento medio: Es el más rápido, pero menos seguro, de los tres procedimientos. Consiste en aplicar sobre la mecha lenta, pegamento, introducirla en la cápsula y engolletar normalmente, volviendo a aplicar pegamento en la unión de ambas y dejando secar el conjunto.

E. INICIADORES ESTANCOS.

Hemos visto anteriormente, como se hace estanca la unión de mecha lenta con una cápsula, lo que será necesario para el caso de cebado directo de un petardo, pero cuando se empleen las cargas iniciadoras o iniciadores, ésta unión, no necesita ser estanca independientemente, sino el conjunto que conocemos por el nombre de "unión por bastón" que integra el "iniciador" propiamente dicho. Los iniciadores estancos que se emplean, son los siguientes:

1. Iniciador lletas: En la parte superior de la figura, puede apreciarse como queda encerrada la "unión por bastón" herméticamente, dentro de un tubo de plástico flexible. Para su construcción, sólo hay que tener presente, que es necesario introducir los tapones taladrados a lo largo de las mechas, con anterioridad a las demás operaciones, sobre todo, nunca se debe pasar la cápsula por el orificio del tapón.



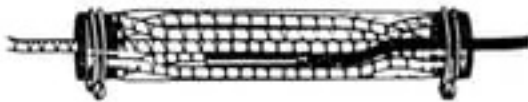
2.



Iniciador por goma: La parte inferior de la figura, nos presenta este iniciador. Se construye haciendo una perforación en el extremo de la goma y pasando por él una de las mechas, con anterioridad a otra operación cualquiera. Después de hecha la "unión por bastón", se impermeabiliza el conjunto, extendiendo goma sobre ella y cerrando los extremos, por enrollamiento, aprovechando su flexibilidad, dejándolos sujetos con cinta aislante y cubiertos de barniz "Cap. Sealing" o pegamento Imedio, que se aplica para terminar la estanqueidad.

3. Iniciador por relleno: De construcción similar al primero, se diferencia, esencialmente, en que no tiene "unión por bastón" para la comunicación del fuego de la cápsula a la mecha rápida. Esta mecha rápida, se introduce y prolonga en todo el interior del tubo de plástico, en contacto directo con una serie de trozos de ella misma, que sirven de relleno y con la cápsula que les ha de comunicar el fuego.

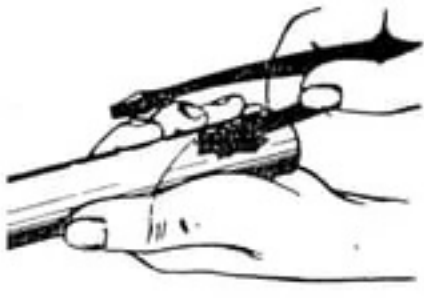




F. CEBADO ESTANCO PARA DINAMITAS.

En casos particulares, como la explosión submarina de un barreno cargado con dinamita, la estanqueidad de la unión, mecha lenta con cápsula, puede hacerse dentro del mismo explosivo, es decir, haciendo que éste sirva de cámara estanca.

La figura muestra cómo ha de hacerse el alojamiento lateral de la cápsula.



La siguiente figura nos indica cómo se trinca o inmoviliza la cápsula, siempre por mediación de la mecha lenta, dejando un trozo de cebo para extraer la carga del barreno, en caso de fallo y finalmente, se ve donde ha de aplicarse el pegamento o el barniz impermeable, para cerrar de una manera estanca, la cámara formada.

G. EMPALME ESTANCO DE CONDUCTOR ELÉCTRICO.

El conductor empleado en los carretes de las UDS, es doble forrado de goma o plástico. Normalmente, viene en rollos comerciales de 300 metros, dando lugar, por lo tanto, a necesitar empalmes, capaces de poder estar sumergidos.

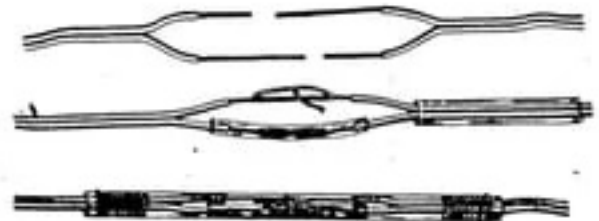
Para efectuar estos empalmes se procederá de la siguiente manera:

1. Se pelan ambos extremos, procurando hacer uno largo y otro corto, por parejas, de los que se van a empalmar juntos, con el fin de que los cables desnudos, queden separados sin posible contacto entre sí.
2. Se hace pasar por el conductor doble, un plástico de diámetro aproximado a él, e igual operación se hace con otro tubo de

plástico, más pequeño y de menor diámetro, (sobre no solo de los conductores largos, que se van a empalmar).

3. Se hacen los empalmes correspondientes, pasándole encima el tubito de plástico, para luego, aplicar pegamento a todo el conjunto

y deslizar el tubo que ha de cubrir el conductor doble, finalizando con unas ligadas fuertes en los extremos, hechas antes de que el pegamento seque.



H. ENCENDIDOS ESTANCOS.

Es el conjunto de artificios pirotécnicos, dispuestos para producir fuego bajo el agua. Los más empleados en las UDS, son los siguientes:

1. Encendido americano: En la figura, se puede ver un "detonador completo" con una espoleta M2 y la goma con que se va a hacer la impermeabilidad. Con las tenacillas de minador, se corta el pasador de disparo, en lo que sobresale del cuerpo de la espoleta, moviendo éste hacia dentro, con el fin de que no pueda, en ningún momento, pinchar la goma. Después se coloca la espoleta dentro de la goma, procurando no quede muy tensa, ni con mucho aire dentro y se cierra el extremo abierto, a base de dar vueltas en espiral sobre la mecha lenta, hasta que lo permita la elasticidad de la goma, sujetándolas con cinta aislante, que más tarde, se recubrirá con el barniz impermeable.

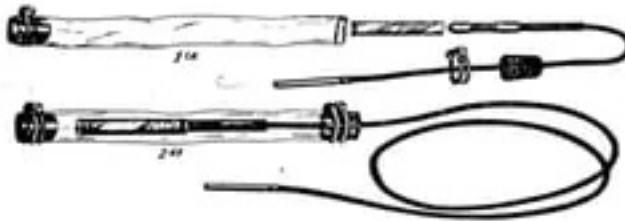


2. Encendido "Illetas - G": Únicamente se diferencia del anterior encendido, en que la espoleta 12 es sustituida por un encendedor



de seguridad y el barniz impermeable americano, por pegamento lmedio.

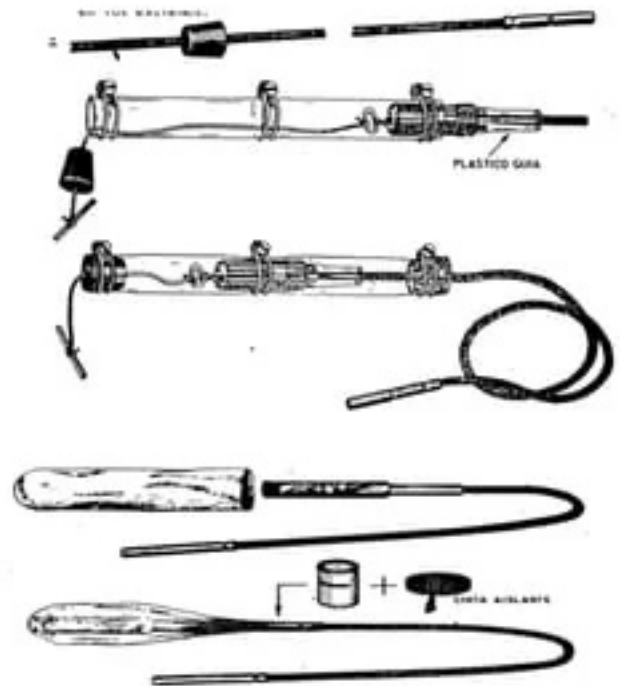
3. Encendido "Illetas". Para construirlo, se realizan las siguientes operaciones:



- a. Se toma un tubo de plástico flexible de 30 centímetros de largo.
- b. Se tapa uno de los extremos del tubo de plástico con un tapón al que previamente se ha aplicado pegamento y luego se sujeta con una abrazadera de presión.
- c. Sobre la cantidad de mecha lenta calculada, se introduce un tapón taladrado y luego se une a un encendedor de seguridad al que se quita la cinta de seguro.
- d. Con el tapón taladrado, se cierra el otro extremo del plástico, de igual manera que se hizo al principio y para finalizar, se engolleta la cápsula.

4. Encendido "Rigok": Este encendido, es de gran seguridad y aunque más complicada su construcción que el "Illetas", tiene la ventaja, en operaciones nocturnas, de señalar al tacto, si se ha producido el encendido de la mecha, por deformación del plástico que lo contiene. Está formado con una espoleta "K", de la siguiente manera:

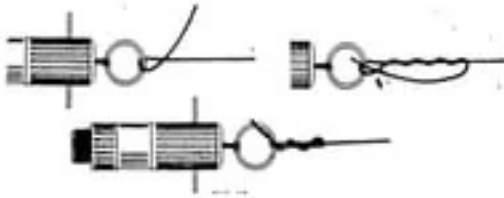
- a. Se atraviesa con mecha lenta un tapón taladrado.
- b. Sobre un tubo de plástico de 30 centímetros de largo, se colocan tres arandelas de presión, una centrada y dos en los extremos.



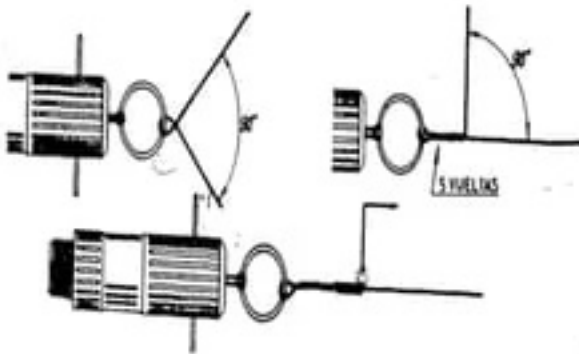
- c. Cortando una longitud de unos 50 centímetros de alambre o nylon, con él, se ata por mediación de uno de los nudos que se detallan, a la arandela de disparo de la espoleta y atravesando todo el tubo de plástico, hasta que salga por el otro extremo, se enhebra en la aguja y se pasa, taladrando un tapón.
- d. A la espoleta "K" se le coloca un tubo de plástico de unos 5 centímetros de largo en su frente roscado, para servirle de guía o alojamiento del extremo de mecha lenta que va a recibir el fuego.
- e. Presentada la espoleta, se le quita el pasador del seguro, se introduce dentro del plástico, empujándola con la mecha y cerrando el extremo con el tapón, después de aplicarle pegamento, se aprieta bien la abrazadera.
- f. La espoleta "K", debe quedar hacia la mitad del tubo plástico, bien sujeta con la abrazadera de presión, que la mantiene inmovilizada dentro de él.
- g. Se cierra el otro extremo, de igual forma que los anteriores, colocando la cápsula finalmente y el encendido está dispuesto para producir el fuego, sujetándolo con una mano y con la otra tirando del alambre o nylon.



5. Nudo especial con nylon: El indicado, es el nudo "San Jorge" de los utilizados en la pesca, como queda claramente explicado en la figura, faltando solo el azocararlo.



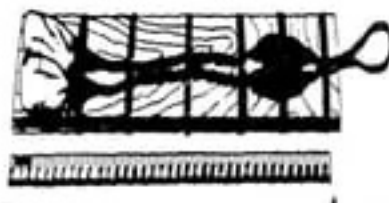
7. Nudo especial con alambre: Con alambre acerado de pesca, el nudo indicado, es el de la figura, que muestra cómo se dan las primeras vueltas, una sobre otra y no menos de cinco. A continuación, el chicote, rodea al largo, dando otra serie de vueltas, mostrando el procedimiento a seguir, para que parta el alambre, sin necesidad de herramientas.



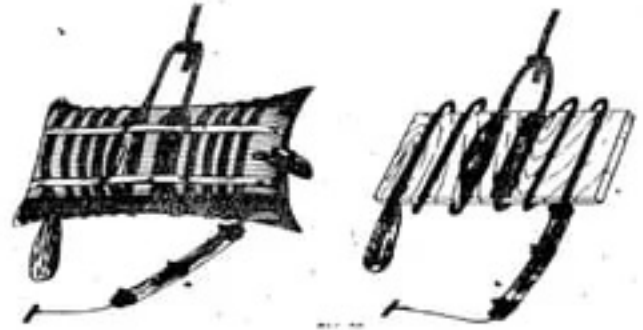
I. PORTA-ENCENDIDO.

Los encendidos submarinos, han de ser, como mínimo, dobles; también es necesario darles flotabilidad positiva, para que puedan ser recogidos en superficie, durante el lanzamiento de la Operación de Demolición, y además mantener adujada y sin contacto, la mecha lenta. La mecha rápida, que forma en sus dos extremos las "uniones por bastón" y es común al encendido doble, recibe el nombre de "puente de fuego". Los porta-encendidos más comunes, son los siguientes:

1. Americano sencillo: Es para pequeños retardos de fuego y queda explicado por la figura.



2. Americano UDT: En la figura, puede verse este encendido doble, sobre una de las vejigas neumáticas de flotación para explosivos. Se sujeta la mecha lenta por mediación de cinta aislante.



3. A la Española: Sobre una tabla de medidas apropiadas, el retardo calculado, de mecha lenta, se va fijando, clavándola con horquillas, de la forma que indica la figura y teniendo cuidado de no marcar mucho las vueltas, ni clavar demasiado fuerte las horquillas, para no producir una interrupción en el fuego.

4.2. Operaciones de Demolición en Playa

A. Generalidades

Este tema está íntimamente ligado a las operaciones de las Unidades de Demolición Submarina. En él, se trata de instruir técnicamente al personal, sobre el ordenado empleo y disposición de los explosivos, para realizar las misiones específicas más frecuentes, que pudieran presentárseles con ocasión de los saltos a las playas, las incursiones en los puertos enemigos, etc., y también como trabajos o auxilios a prestar por estas unidades en paz o en guerra.

1. Operaciones de demolición diurna.

Se lleva a cabo por nadadores en superficie, bajo la protección de un intenso fuego de apoyo, imprescindible para mantener neutralizado al enemigo. La playa es atacada en diferentes puntos, por grupos de unos 20 a 25 nadadores, cuya misión es abrir, por demolición de toda clase de obstáculos, un acceso llamado "brecha" que permita la varada de las lanchas de desembarco. Esta brecha que alcanza longitudinalmente desde los 7 metros de profundidad hasta la misma playa, (zona de responsabilidad UDS), tiene una anchura inicial de unos 60 a 100 metros aproximadamente. La figura nos muestra un tendido submarino, o dicho de otro modo, el sistema de enlace para producir la explosión simultánea de varias cargas,



dispuestas para la demolición de los obstáculos que quedan dentro de la "brecha".

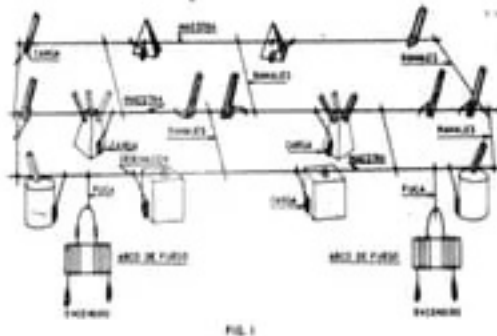


FIG. 1

- a. **Maestras:** Paralelamente a la playa se extiende una serie de "maestras" de mecha rápida (de las más resistentes a la tracción y a los roces de que se disponga) de tal manera que se aproximen al mayor número de obstáculos posible, quedando afirmadas a sus extremos, a los del límite de la "brecha".
- b. **Ramales:** Perpendicularmente a la playa y maestras, se extienden los correspondientes ramales, en número suficiente para garantizar los diferentes enlaces de fuego y la menor deformación posible (por mareas, resacas, resacas, corrientes, etc.) del conjunto que debe formar con las maestras, efectuándose las uniones con "nudos de demolición".
- c. **Derivaciones:** De las "maestras" a las cargas, y lo más perpendicular posible a las primeras, se anudan tensas las "derivaciones", también con "nudo de demolición", cortando o recogiendo todo sobrante a partir del nudo, que pueda tomar un contacto con la maestra y producir así una interrupción en el fuego.
- d. **Cargas:** Las cargas se adosan del lado del mar de ser posible, tanto para dificultar su remoción por la resaca, como para que el propio obstáculo proteja al nadador del fuego de la playa.
- e. **Fugas:** De la "maestra" más lejana a la playa parten las "fugas" de mecha rápida, cuyo objeto es distanciar del enemigo a los hombres que han de producir el fuego, mientras aguardan la orden de darlo, y que los "encendidos" queden fuera de la

línea de rompientes. También sus extremos se afirman con el "nudo de demolición" a la "maestra" y al "puente de fuego", que constituye parte del encendido.

2. Operaciones de demolición nocturna.

En esta operación por sorpresa, no varía la constitución del "tendido" (respecto a la anterior o diurna), en cuanto al enrejado que forman las "maestras" y los "ramales", ni la colocación de las cargas y "derivaciones". Únicamente las "fugas" quedan disminuidas a un simple "puente de fuego" de unión con los "encendidos" que pueden ser eléctricos y siempre ejecutados por el Oficial UDS, comprobando que todo el personal está embarcado en los botes de goma.

3. Operaciones de demolición por sorpresa.

Se lleva a cabo con igual técnica que la anterior operación y solo cabe resaltar la necesidad de que los "encendidos" siempre pirotécnicos, se extiendan sobre una tabla con flotabilidad negativa, así como se duplique su número con relación a las anteriores, debido a la mayor longitud necesaria de la mecha lenta del retardo, y a la acción de la presión por la profundidad, condiciones ambas que aumentan el riesgo de un fallo en el fuego.



FIG. 2

4. Ensanchamiento de brechas.

Esta operación es llevada a cabo una vez que parte de las tropas propias han desembarcado. Se realiza avanzando generalmente en una sola dirección, a lo largo de la playa común a todos los grupos que abrieron una "brecha" y hasta la limpieza total de obstáculos si es necesario por ensanchamiento y enlace de las "brechas". Se trabaja desde la playa, siendo eléctrico el procedimiento de fuego con banderas, persianas, candelas o bengalas, el enlace entre los diferentes grupos de buceadores.

4.3. Apertura de Canales

A. Generalidades.



Una serie de factores hay que tener en cuenta para estas operaciones, tales como:

1. Clase de explosivo, según la naturaleza del fondo.
2. Disposición de las cargas.
3. Clase de "encendido".
4. Colocación de las cargas.

Además la apertura de estos canales, pueden ser necesaria antes de realizarse el asalto o después de este, lo que implica notables diferencias que consideramos a continuación.

B. Apertura de canales pre-asalto.

Se lleva a cabo muy raras veces, y solo en casos de extrema necesidad. La mayor dificultad consiste en que la enorme cantidad de explosivos necesarios para una de estas operaciones, ha de ser llevado a nado, lo que implica siempre muchos hombres, o mucho tiempo y mucho fuego de apoyo. Ha de hacerse justo, antes del amanecer y el encendido será siempre pirotécnico.

C. Apertura de canales post-asalto.

Representa la enorme ventaja con el anterior, de que se trabaja desde la playa, lo que supone el que se puedan usar botes de goma para el transporte de explosivos y trabajar de día. Ahorra número de hombres para la misma cantidad de explosivos, pudiendo cada uno hacer varios viajes. Normalmente, será un trabajo a base de unas tareas definidas como, por ejemplo: abrir paso a un LST., lo que permite organizarse sin excesivas prisas. En estos casos el "encendido" es siempre eléctrico.

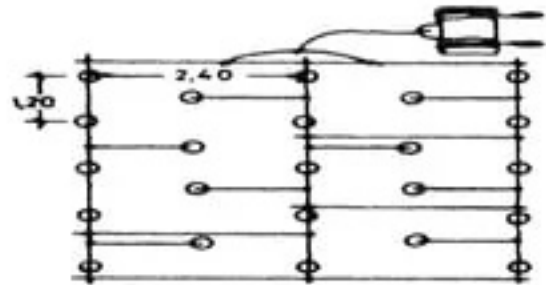
1. Método "tablero de damas": (figura) Las "maestras" estarán colocadas perpendicularmente a la playa y las cargas, que consisten en bolsas con unos 10 ks. de explosivos, quedan separadas de 1.20 a 1.50 mts. Se empleará este procedimiento cuando se desee un canal de una profundidad uniforme.

- a. La separación entre las "maestras" depende del estado de la mar.

— Cuando no hay rompiente las "maestras" pueden distanciarse de 2.5 a 3 mts.

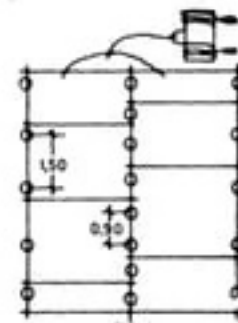
— Cuando existe rompiente, hay que aproximar las "maestras" entre sí, dejándolas separadas 1.20 mts. aprox. y sujetas al fondo por sus extremos,

además de acortar al máximo las "derivaciones" de las cargas que quedan en línea con las "maestras".



2. Los "ramales" de enlace del fuego, no deben separarse entre sí, mas de 25 a 30 mts.

- a. Método centro "sobre-cargado": (figura) extendidas las tres maestras, separadas unos 3 metros entre si, a la del centro o central, se le anudan cargas de unos 10 ks. de explosivo, cada 0.90 mts. mientras que a las dos laterales se hace cada 1.5 mts. se recomienda colocar "maestras" dobles, por lo menos en la central, o también amadrinarlas a cabos firmes al fondo, en caso de existir rompientes, para que no trabajen. El resultado que se obtiene, es un canal de unos 9 mts. de ancho por un metro de profundidad aproximadamente.

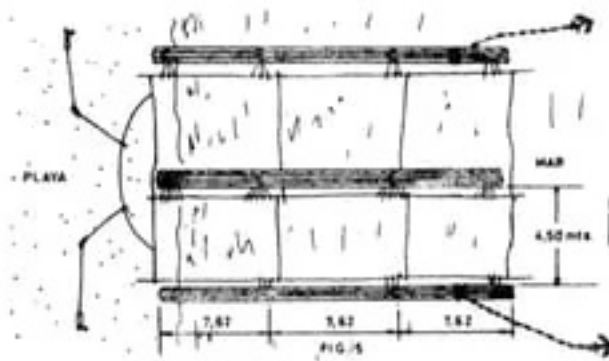


- b. Canal con mangueras explosivas: (figura) Es el mejor de los métodos que existen para abrir canales en la arena. La separación entre los grupos de mangueras dependerá, naturalmente, de la cantidad que se elija para formar cada grupo.

Normalmente será de tres líneas en el centro y dos por cada lateral (con tres metros de separación entre líneas) o bien como en el ejemplo de la figura, de cinco mangueras centrales por en cada lateral,



con una separación de 4.5 mts entre líneas, lo que producirá un canal de unos 13 mts. De ancho por 1.8 mts. A 2.10 mts. de profundidad.



4.4. Obstáculos Naturales

Los obstáculos naturales que se encuentran con más frecuencia en la mar consisten en: corales, cascajo, hielo, lava, roca, arena y fango o bien una combinación de varios de ellos. Las técnicas a emplear y la cantidad y tipo de explosivos a usar, es muy variada y fundamentalmente ha de basarse en la experiencia del personal que realiza el trabajo.

Coral. Es extremadamente difícil de volar en todos sus estados. Un arrecife de coral puede ser "vivo" o "muerto". El primero es de una dureza muy parecida a la roca mientras que el segundo suele estar combinado con un relleno de arena.

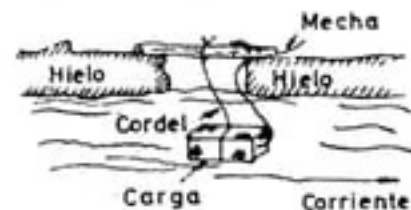
Las formaciones coralíferas suelen presentarse, como un cantil normalmente sumergido y de brusca caída hacia el mar, prolongándose hacia tierra en forma de una meseta plana, o bien en campos de elevaciones, de picachos afilados, o en forma de hongos con cabeza aplanada, fino tronco y ancha base. Estas elevaciones no presentan tanta dificultad como las extensiones aplanadas.

- Las bolsas de demolición pueden usarse para estas voladuras pero en general se recomiendan explosivos de baja potencia para conseguir mejores resultados.
- Las cargas huecas que podrían emplearse para abrir homillos en las masas de coral, no obtienen buenos resultados, debido a que se ciegan del mismo material destruido.

Hielo. (Figura) De las numerosísimas clasificaciones, con que se pueden distinguirse diferentes formaciones de hielo cabe resaltar:

- Hielo confinado (rodeado por tierra): Este es el más quebradizo y denso.
- Hielo de barrera: Compuesto con nieve, se presenta en forma de cortados, siendo el más frecuente a tener en cuenta en demoliciones.
- Hielo de bahía: Producido por agua de mar helada, suele presentarse en rampas.

- Para abrir brecha en el hielo, puede hacerse o bien con cargas colocadas en "montón". En cima del (método rápido) o también como indica la figura con lo que se consigue mayor efectividad y ahorro de explosivo.
- Es de tener en cuenta, que normalmente en esta clase de demoliciones, ha de emplearse los encendidos eléctricos, debido a las limitaciones que el tiempo frío impone a las mechas.



Lava. (Figura) Este producto de los volcanes y fisura de nuestro planeta puede presentarse como una materia cristalina (obsidiana) si se enfrió rápidamente, como roca densa si su enfriamiento es lento, y también en forma de ceniza o piedra pómez, pero el mar, las mareas, resacas, etc. habrán desgastado las partes blandas, dejando pináculos del material más duro.

- las figuras muestran cómo deben ser demolidos.
- Los explosivos plásticos son adecuados para las demoliciones en este material.

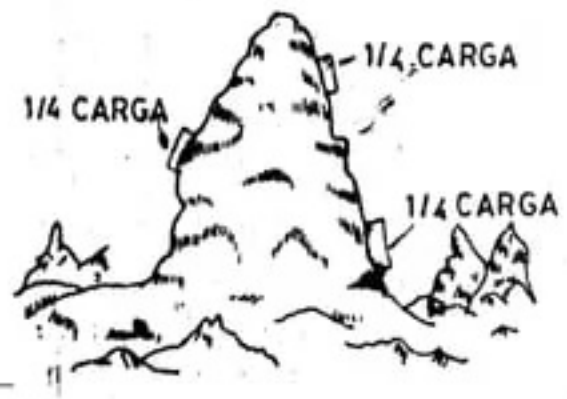


FIG. 12.- CARGAS DE CORTE



FIG.11 RELLENO DE CRATER

Rocas.

- a. Para la demolición de rocas, se necesita un tipo de explosivo rompedor o alto explosivo.

Los procedimientos más comunes este trabajo son:

- Por montículo de barro.
- Por nido de serpiente.
- Por barreno u hornillo.

- b. Las cargas normales a usar prácticamente son:

- Para roca basáltica, que es la más dura de todas usar 1/2 lb. /pie cúbico.
- Para roca conglomerada, 1/3 de lb. /pie cúbico.
- Para piedras blandas y arenosas, 1/6 lb. /pie cúbico

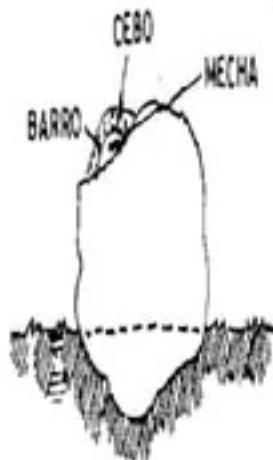


FIG.13 MONTICULO DE BARRO

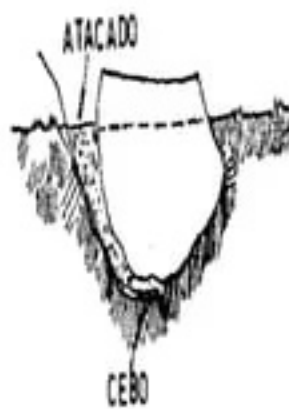


FIG.14 NIDO DE SERPIENTE

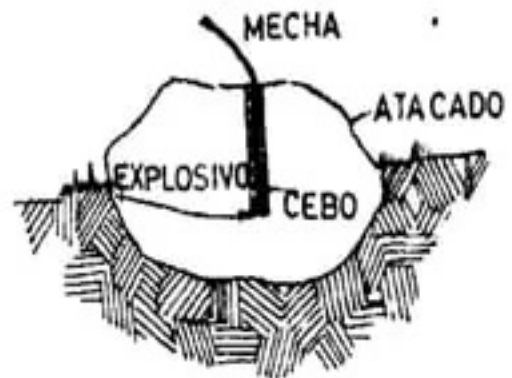


FIG.15 POR BARRENO

Arena.

- a. Los montículos de arena seca y gravilla presentan un problema particularmente difícil de volar. Las partículas sólidas de estos materiales, son demasiados pequeñas, en comparación al espacio de aire entre ellas y no reciben inercia suficiente, en el momento de la explosión cayendo hacia el centro de ella nuevamente.
- b. La arena submarina no presenta este problema, pues el agua entre las partículas, les transmite la suficiente inercia, si bien las corrientes y mareas volverán a cegar el cráter o la brecha abierta.

4.5. Trampas Explosivas

Definición. También llamadas caza-bobos, son unas cargas destinadas a cuando una persona desprevenida acciona un objeto, aparentemente inofensivo o realiza un acto que presume no encierra peligro alguno.

Constitución. Pueden ser prefabricadas o improvisadas. En ambos casos, suelen constar de:

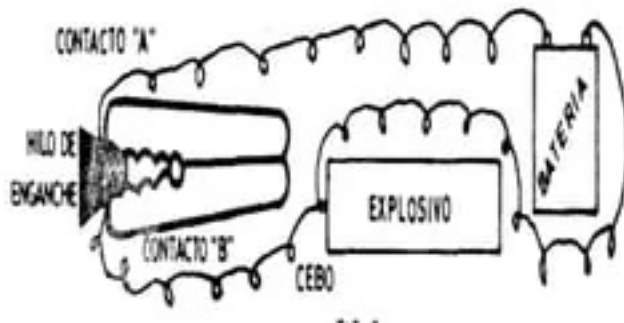
- Un dispositivo de disparo. Normalmente una espoleta.
- Un explosivo iniciador.
- Una carga principal.

Tipos de trampas explosivas.

- A. Eléctricas.

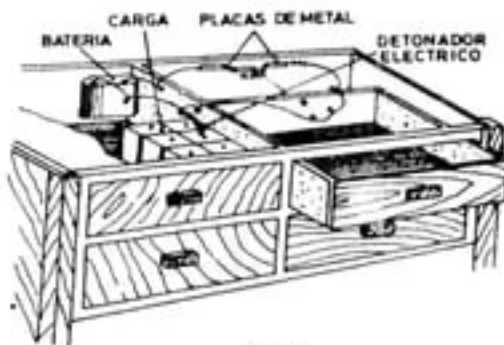


1. Iniciador de pinzas: Como nos muestra la figura, unas pinzas, pueden actuar fácilmente, como interruptor en un circuito eléctrico.



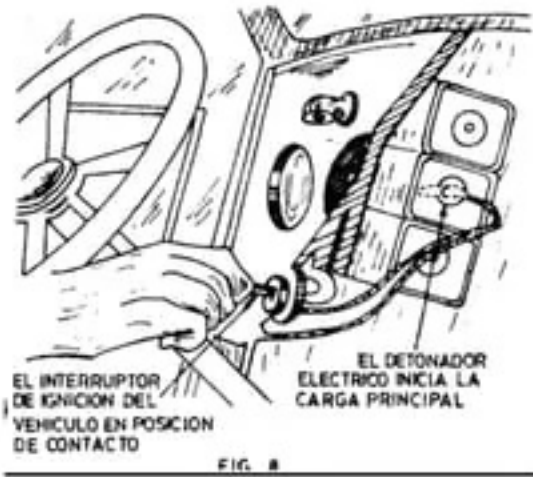
2. En mesa de despacho: (figura)

- a. El interruptor es improvisado con dos placas metálicas; se monta en el fondo de la mesa, uniéndose unas de las placas por una cuerda o hilo no conductor, al cajón.
- b. La trampa es de doble efecto: El cajón entreabierto, al ser abierto del todo, tira de la cuerda que pone en contacto las dos placas metálicas que establecen el circuito batería-detonador eléctrico, que activa la carga.
- c. Si el cajón es cerrado a fondo, las dos placas son comprimidas y puestas en contacto, estableciéndose el circuito.



3. En un vehículo: (figura)

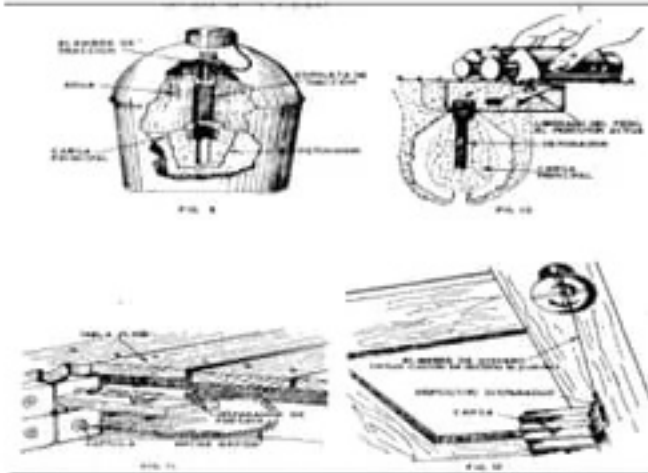
- a. La carga, activada con un detonador eléctrico se coloca detrás del tablero o en cualquier otro sitio.
- b. Una de las terminales del detonador, unido a masa, y el otro, unido al circuito de encendido del motor. Al accionar el contacto, funciona el detonador.



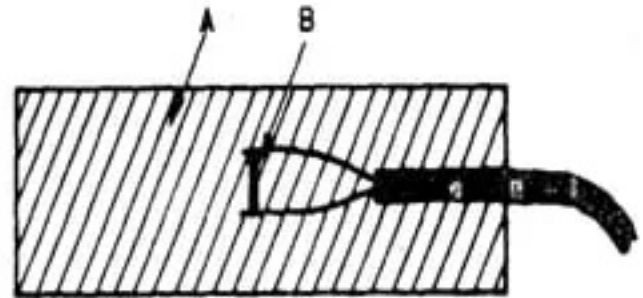
B. Mecánicas.

1. En cantimploras: Según se indica en la figura, en el fondo de la cantimplora, se dispone una carga de explosivo plástico, activada con una espoleta de tracción. El alambre se amarra al tapón, que al ser extraído, hace funcionar la trampa.
2. En prismáticos: Esta trampa, es accionada con una espoleta de "alivio de presión", colocada debajo de unos prismáticos. La carga puede ser una granada de mano o un petardo reglamentario.
3. En suelos: En los solados de madera, de losetas hidráulicas o pavimentos continuos, del tipo "linóleum" o similares, pueden montarse trampas explosivas, con espoletas de presión. La disposición de la trampa, se indica en la figura.





Taponar el otro extremo y darle fuego eléctricamente.



c. Cebo eléctrico: (fig.) Su composición y construcción, esta detallada en la figura.



4. En puertas: Se puede formar con una espoleta de tracción, accionada por la manija de la cerradura. El mecanismo y la carga, se colocan por la parte interior; la puerta se deja cerrada y al tratar de abrir, es cuando se acciona el mecanismo de la trampa.

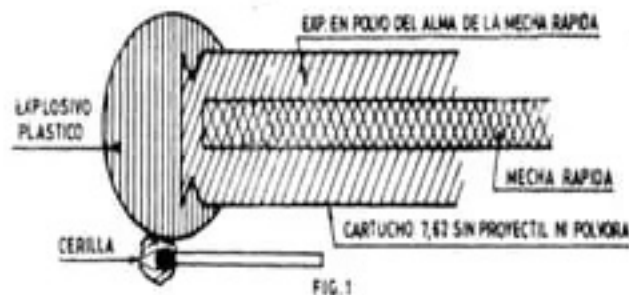
4.6. Explosivo Improvisado

Espoleta de tiempo.

Hervir en agua, partes iguales de clorato de potasio y azúcar. Empapar un cordón de algodón y dejarlo secar. La velocidad de combustión, es de una pulgada cada 60 segundos aproximadamente.

Capsulas y cebos.

a. Capsula: (figura).



b. Cebo eléctrico: (fig.) Taponar uno de los extremos de un tubo de cobre u otro tubo cualquiera. Echar dentro tetril (haciendo que con cuidado, llegue bien al fondo). Colocar carbón o la mina de un lápiz entre dos alambres e insertarlo dentro de un tubo.

Mezclas explosivas.

a. Pólvora negra:

Mezclar tres partes de carbón en polvo, 10 partes de azufre y 25 partes de perclorato (nitrato potasio). Humedecer la mezcla y esperar un rato: Cuando este seco, granularlo, haciéndolo pasar a través de la criba, que se mantendrá en alto. Esparcirlas con cuidado y esperar que se seque.

b. Alto explosivo:

- Mezclar tres partes de clorato de potasio y una parte de azúcar granulada. Colocarla en una caja y cebarlo con una espoleta de tiempo.
- Mezclar 9 partes de nitrato amónico con una parte de polvo de aluminio. Se inicia con dos capsulas del núm. 8

c. Termita:

- Combinar una parte de polvo de aluminio, tres partes de partes de clorato potásico y una parte de azúcar.
- Combinar una parte de óxido de hierro y una parte de aluminio en polvo

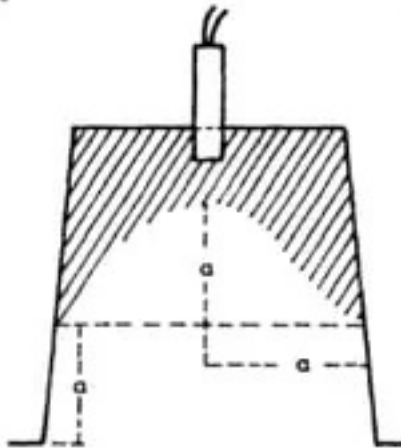
d. Carga para cráter:



- Materiales: 25 lb. De nitrato amónico fertilizante, en forma de bolitas y $\frac{1}{4}$ de aceite de motor.
- b.- Proceso: Meter las bolitas en el agujero, añadiendo el aceite. Cebat con un petardo de TNT de una libra.

e. Carga hueca: (figura)

- Materiales: Explosivo plástico y un recipiente o bote cilíndrico.
- Proceso: Colocar el explosivo plástico, dentro del recipiente, de modo, que el cono tenga la altura, la mitad del diámetro y que este separado del suelo, la misma distancia; estas dos medidas serán aproximadas.



- f. C-4 y vaselinas:** Combinado, en la mezcla apropiada, puede colocarse en un lugar cualquiera (pegarse).

Cargas incendiarias.

- a. Primera mezcla: Mezclar una parte de clorato potásico y una de azúcar. No embazarlas en recipientes metálicos. Iniciación por mecha lenta.
- b. Segunda mezcla: Mezclar peróxido de sodio, junto con azúcar, a partes iguales. Se utiliza para provocar incendios en silos o sembrados. Arde por acción de la humedad.
- c. Tercera mezcla: Mezclar una parte de fósforo rojo con una parte de nitrato barico. Es la mezcla de mayor poder calorífico. Peligrosa por la sensibilidad del fósforo

rojo, al choque y calor. Se activa por fuego o percusión.

- d. Cuarta mezcla: Mezclar tres partes de óxido de hierro (férrico) con dos de polvo de aluminio. Es de dificultosa iniciación. Tiene mayores posibilidades utilizando para su iniciación, fósforo blanco.
- e. Quinta mezcla: Mezcla permanganato potásico en 5 partes, con una de azúcar.
- f. Sexta mezcla: Calentar hasta la ebullición, 6 partes de uno de los productos siguientes: (en peso): gasolina, parafina, o petróleo, añadiendo 4 partes de jabón no detergente. Mezclar hasta que el producto, sea homogéneo y viscoso. Meter en un recipiente hermético y tapar. Se inicia por llama.
- g. Jarabe: Diluir una parte de azúcar, en una parte de agua y hervir esta mezcla hasta alcanzar los 100° C para obtener un jarabe. Añadir 4 partes de clorato de potasio y mezclar hasta obtener una homogénea. Dejar solidificar 24 horas. Su iniciación es por detonador.
- h. Ceras: Fundir 5 partes de cera e incorporar 6 partes de aserrín. Se inicia por detonador.
- i. Breas: Calentar una parte de la pez o de alquitrán y sumar una parte de serrín. Se inicia por detonador.
- j. Tela: Diluir 500 gramos de clorato de mesa en 10 litros de agua. Calentar la mezcla y sumergir la tela, durante 20 minutos, manteniendo la mezcla caliente. Retirar la tela y dejar secar. Se inicia por detonador.
- k. Permanganato: Calentar 5 partes, en peso, de la pez y volcar sobre esta, dos partes de permanganato de potasa. Dejar endurecer la mezcla y en seguida, echar 6 partes de cera y dejar secar. Se inicia por detonador.
- l. Azufre: Mezclar 7 partes, en peso, de nitrato de potasio o de nitrato de cera, con una parte de azufre y dos partes de un producto combustible (harina, polvo de aserrín, carbón o serrín). Se inicia por detonador.

Botellas incendiarias.

- a. Elementos:

— Gasolina $\frac{3}{4}$ partes de la botella.



- Aceite $\frac{1}{2}$ de la botella.
- Se le pone un trapo empapado en gasolina alrededor del cuello de la botella.

b. Elementos:

- Gasolina $\frac{3}{4}$ partes.
- Ácido sulfúrico puro, $\frac{1}{4}$ partes.
- Se echa primero la gasolina y después el ácido sulfúrico.
- Para evitar derrames, se rodea el tapón con cinta aislante o cera.
- Se recomienda dejar reposar la mezcla, durante el día.

- c. Iniciación: Por un sobre adosado a la botella, que contiene la mezcla explosiva incendiaria no. 1

NAPALM de circunstancias.

- a. En caliente: Se pone una vasija, al baño María, conteniendo gasolina; cuando esté caliente, se le echa jabón pulverizado y no detergente, removiéndolo para así, conseguir la máxima densidad. Se inicia por fuego.

Nota: Es peligroso, que durante la mezcla del jabón y gasolina, salgan burbujas o que la temperatura del agua, sobrepase los 60° C.

- b. En frío: Mezclar una parte de jabón con gasolina. Remover sin parar, hasta que se haga sólida. Se inicia por detonador o mecha.

Jabonera.

La mitad de la jabonera, se rellena de explosivo plástico y la otra mitad, de una mezcla incendiaria. Se adosa a la pared de un depósito de material combustible o la parte que contiene la mezcla incendiaria.

Molotov.

- a. Corriente: $\frac{1}{4}$ de aceite, $\frac{3}{4}$ de gasolina, $\frac{1}{4}$ de disolución, $\frac{1}{4}$ de destick.
- b. Instantáneo: $\frac{3}{4}$ de gasolina, $\frac{1}{4}$ de ácido sulfúrico, clorato potásico.
- c. De tiempo: Mismos elementos que el anterior.

Mezclas incendiarias explosivas.

Primera mezcla. Incendiaria y explosiva con atraque: Clorato potásico o sódico, en 3 partes y azúcar en 2 partes. Para que actúe como explosivo, se introduce la mezcla en un bote que se cierra con cera, previamente derretida. Se inicia por mecha lenta y cebo, para que sea explosiva y por mecha lenta para que sea incendiaria.

Segunda mezcla. Incendiaria y explosiva con atraque: Clorato sódico, en 3 partes y azúcar en una parte. Para que actúe como explosivo, se introduce la mezcla en una tubería de plomo, aplastada por los dos extremos. La iniciación del fuego, por mecha lenta.

Tercera mezcla. Incendiaria y explosiva con atraque:

Mezcla "A": (segunda mezcla) incendiaria explosiva.

Mezcla "B": Perclorato potásico en 3 partes y azúcar en 1 parte. Tomando las mezclas "A" y "B", en una porción del 50 % con atraque, explosiona: con fuego, sin atraque, arde al aire libre.

CAPITULO V

5. ELABORACIÓN DE CARGAS CON DIFERENTES TIPOS DE EXPLOSIVOS

5.1. Trinitrotolueno

Conocido también por trinitrotolueno, es un explosivo detonante, muy potente, estable y poco sensible; es quizás el que mejores características presenta para su uso reglamentario en la marina y en el ejército. Se considera como unidad de potencia, en unos casos y como modelo de comparación también.

Es el producto de la triple nitración del tolueno, el que a su vez se obtiene de la destilación del alquitrán de hulla.

Se presenta prensado o fundido (funde a 80 grados, arde a 266 grados y detona a 0295 y 300 grados) en forma de cristales de color amarillo pajizo muy claro, casi tirando a hueso. Hace explosión con toda energía, tanto en el aire como sumergido. No es sensible al choque o al rozamiento, ni higroscópico, se puede cortar, fundir, prensar, pulverizar y perforar sin riesgo; resiste los disparos aislados de armas de pequeño calibre conocido como TNT, es un explosivo detonante



poco sensible, se le considera como unidad de potencia y se usa como modelo de comparación de otros explosivos. Tiene un color amarillento y una consistencia dura, puede ser fundida, pulverizada, prensada y cortada sin riesgo. Al aire libre arde lentamente produciendo un humo espeso, es resistente al agua, por lo que se puede usar bajo el agua.

En su explosión despiden gases venenosos, resultando peligroso respirar el humo que produce. Puede explotar con un detonador del núm. # 6 U 8, se puede combinar con otros explosivos logrando así efectos más poderosos y potentes. Su velocidad de detonación es de 6900 mts. /seg.



Preparación de un explosivo [C-4](#)

5.3. Explosivo lineal (RDX).

Se presenta en un molde angular con cubierta de cobre o plomo, viene protegido en su interior por una camisa de caucho (hule), este hule a su vez, es alojado en un tubo de PVC de 1 ½" de diámetro por 2.20 mts. de largo.

El tubo contiene una raya que sirve como guía para colocar la carga, ya que el ángulo debe ir hacia abajo.

Para mantener la carga en buen estado, antes de ser colocada se protege con tapas de PVC limpiándose los extremos del tubo con lija y se

Pegan con pegamento de PVC. Se activa con una carga inicial de nombre carga cónica.



5.2. Explosivo Plástico C-4.

Es un sólido sin olor, de color blanco o café claro como macilla está compuesto por RDX al 91 %, sabacato de diuctilo 5.3 % poliisobutileno 2 % aceite 1.6. %, su velocidad de detonación es de 8,000 mts. / seg. Se puede moldear alrededor de un objeto y tener un efecto de destrucción igual que el TNT.



La carga lineal sirve para hacer cortes línea recta, haciendo un corte perfecto y limpio como si se cortara con una flama de oxiacetilénico, corta planchas de acero de hasta ¾" de pulgada de espesor.

RDX Trinitramina de ciclometrileno. Es un polvo cristalino, el cual se derrite a una temperatura de 202°C y es uno de los explosivos militares más poderosos, pero su principal uso es como un explosivo compuesto.

5.4 ANFOS.

Es una abreviación de la mezcla explosiva de nitrato de amonio y aceite diésel, en el cual el porcentaje de nitrato de amonio es de 94.3 % y el diésel es de 5.7 %, es el agente explosivo más utilizado en todas partes del mundo, por su bajo costo y alto contenido de energía.

Es un material seco granular, sin forma, de color rojo y es empacado en bolsas de papel con forro interno de plástico, su peso por saco es de 25 Kg.

Se utiliza como carga de columna en trabajos a cielo abierto, como agente explosivo en trabajos de plasteo y moneo.

No se debe utilizar en barrenos húmedos o con agua, porque su resistencia al agua es nula.

Vida útil en condiciones normales de acondicionamiento es de 3 meses.



5.5 GODYNE.

Es el hidrogel de mayor uso en México por su alto contenido de energía, excelente sensibilidad y una gran versatilidad en su aplicación, el nitrato de aluminio es la fórmula de este producto le da una alta presión de detonación y un gran contenido energético.

El hidrogel es de color aluminio, empacado en cartuchos tubulares de polietileno de alta densidad,

es reconocido por su brillante color aluminio y al tocarlo sin empaque se impregna en la superficie en la que hace contacto.

Este producto es excelente para usarlo como iniciador de agentes explosivos.



Emulsión sensitiva. Las emulsiones sensitivas son el más reciente desarrollo de los explosivos comerciales que por su eficiente desempeño en el campo, y la seguridad en su manejo, han desplazado rápidamente a otros productos.

Es un producto blanco de consistencia cremosa empacado en un tubo de polietileno.

Se utiliza principalmente como carga de fondo en operación de trabajo abierto, canteras y obras de construcción, en zanjas, cortes para carretera.

Por su alta velocidad genera mayor poder iniciador de agentes explosivos, mayor poder de fragmentación en el fondo de los barrenos permitiendo un mayor destape.

Facilidad y seguridad en su manejo, producto sensitivo en la capsula # 6, velocidad de detonación 5,000 mts. /seg., resistente al agua, 6 meses de vida útil en condiciones normales



"pentrita", de estabilidad imperfecta. Se descompone lentamente, desprendiendo vapores nítricos, pudiendo incluso explotar espontáneamente, por lo que su duración de empleo o vida está limitada. Pertenecen a este grupo, la nitroglicerina, nitrocelulosa y pentrita.

Nitroglicerina. Es un líquido oleaginoso de color amarillento, que se altera a la luz viva. Es un explosivo detonante, de sabor muy dulce y muy venenoso, siendo poco soluble en el agua, de extremada sensibilidad al choque y aun, a la percusión, lo que no permite su utilización como explosivo, sino mezclados con otros o con sustancias inertes, como en la constitución de las dinamitas. Su velocidad de detonación es de 8,000 mts. /seg.

Nitrocelulosa. Las más importantes son el fulmicotón y el algodón colodión, explosivos detonantes de gran potencia.

Nitrato de amonio. Este producto es de rápida absorción, estable y confiable. El consumo total del explosivo puede ser reducido de 10 % a 20 %, su fragmentación requiere menos energía y el costo del mantenimiento del trabajo y equipos son menores.

Es una alternativa económica y debido a su sensibilidad a las fases líquidas de los explosivos, reduciendo el uso costoso de agentes gaseosos. Además, es seguro pues los riesgos de incendio y de humos son mínimos.



Éteres nítricos.

Son explosivos de gran potencia, sensibilidad variable (normalmente elevada) y exceptuando la

- a. Fulmicotón o algodón pólvora: muy semejante al algodón ordinario incoloro, inodoro y no se disuelve en el agua, conservándose indefinidamente en ella sin alterarse. Seco es muy sensible a los choques, impacto de balas y rozamientos, pero con el 5 o 6 % de agua, su manipulación deja de ser peligrosa. Si el grado de humedad es mucho mayor, se hace muy insensible a los cebos, requiriendo multiplicadores. Por compresión puede dársele la forma deseada, siendo empleada en minas subacuáticas, en la marina donde

es reglamentario. Produce gases venenosos, su reacción, entra en la composición de pólvora sin humo.

- b. Algodón colodión: muy parecido de aspecto al fulmicotón pero menos áspero al tacto y más higroscópico. Se emplea en la preparación de la gelatina, de los explosivos de proyección y de la dinamita goma.

Pentrita, Nitro penta, Tatránitrato de pentaeritrta, PENT. Es blanco cristalino en estado puro, pero puede cambiar de color si se le añaden insensibilizadores.

Explosivo detonante de gran potencia (cerca de vez y media la de la trilita) de bastante sensibilidad, explota al impacto de bala; punto de fusión 141°, no higroscópico pero si soluble en el agua, produciendo una ligera corrosión en contacto con los metales. Se emplea en la fabricación de mecha rápida. Su velocidad de detonación es de 8,300 mts. /seg.



CONCLUSIÓN.

El alumno aplicará los procedimientos para elaborar tendidos de demolición submarino, dependiendo el tipo de obstáculo a destruir y trampas explosivas con explosivos improvisados.



BIBLIOGRAFÍA.

